

## Trabajo Fin de Grado

Desarrollo de software orientado a la prevención  
de la dependencia en menores que reciben  
atención temprana para el tabletop tangible  
NIKVision

Autora

Claudia Bonillo Fernández

Director/es

Dra. Eva Mónica Cerezo Bagdasari  
Dr. Javier Marco Rubio

Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas (DIIS)  
Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
Febrero 2016



# **Desarrollo de software orientado a la prevención de la dependencia en menores que reciben atención temprana para el tabletop tangible NIKVision**

## **RESUMEN**

En este trabajo se ha desarrollado software que permite el uso del tabletop NIKVision en los centros de atención temprana del IASS y su aplicación a la prevención de la dependencia en los menores que asisten a dichos centros. Ello ha incluido el diseño e implementación de actividades específicas para los niños pero también llevar a cabo la adaptación del tabletop y de su software para permitir el manejo autónomo del tabletop por parte de los terapeutas.

En cuanto a las tareas realizadas, primero se llevó a cabo una adaptación de actividades de NIKVision para niños de atención temprana. Para poder realizar esta adaptación, primero se tuvo que construir, instalar y calibrar un tabletop NIKVision en el Centro Base I del IASS. Después, se instalaron unas actividades previamente seleccionadas y se hizo una evaluación inicial de las mismas con los niños del centro. Tras la detección de problemas y la aplicación de mejoras, se hizo una evaluación final.

La segunda tarea principal a realizar fue el diseño de una nueva actividad de logopedia, puesto que ninguna de las actividades existentes de NIKVision estaba orientada al tratamiento de trastornos lingüísticos. Para la implementación de esta actividad hubo que modificar de forma significativa el Player de KitVision. Tras su implementación se hizo una evaluación inicial, tras la cual se aplicaron cambios al diseño original y se hizo una evaluación final.

La última tarea fue la generación de un sistema de logs para terapeutas con el objetivo de que pudieran hacer un seguimiento del desarrollo de sus pacientes al usar el tabletop NIKVision. Se hizo un análisis de los requisitos necesarios para este sistema, y luego se pasó a las fases de diseño e implementación (de nuevo, hubo que modificar sustancialmente el Player de KitVision).

Como resultado de este trabajo, un tabletop NIKVision con actividades orientadas a los niños que reciben atención temprana está operativo en el Centro Base I del IASS en Zaragoza.



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D<sup>a</sup>. Claudia Bonillo Fernández,

con nº de DNI 73028361A en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)  
Grado \_\_\_\_\_, (Título del Trabajo)

Desarrollo de software orientado a la prevención de la dependencia en  
menores que reciben atención temprana para el tabletop tangible NIKVision

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 01/02/2016

Fdo: Claudia Bonillo Fernández



# Agradecimientos

En primer lugar quiero dar las gracias a mis directores Eva Cerezo y Javier Marco y a mi hermana Clara por la labor de dirección, supervisión y apoyo realizada: gracias a Eva por las veces que ha tenido que corregir las múltiples versiones por las que ha ido pasando esta memoria y haber coordinado las actividades de las que ha constado este proyecto, a Javier por toda la ayuda proporcionada durante todo el desarrollo del mismo y a Clara por haberme ayudado a entender su código. Sin su ayuda este trabajo no sería el que es.

Gracias también a la directora, terapeutas y pacientes del Centro Base I del IASS de Zaragoza por haber sido tan participativos a lo largo del proyecto: proporcionando material terapéutico, participando en las múltiples evaluaciones y aportando sugerencias y mejoras para las actividades.

Finalmente dar gracias a mis padres por haber estado ahí siempre y haberme tenido que aguantar cuando alguna cosa no iba todo lo bien que debiera ir durante el desarrollo del proyecto.

Gracias a todos.

Claudia Bonillo Fernández



# Índice

<b>1. Contexto y objetivos</b>	<b>1</b>
1.1. GIGA AffectiveLab . . . . .	1
1.2. Los centros de atención temprana del IASS . . . . .	1
1.3. Objetivos del proyecto . . . . .	2
<b>2. Documentación</b>	<b>3</b>
2.1. Las tecnologías: interfaces tangibles y tabletops . . . . .	3
2.1.1. El tabletop NIKVision . . . . .	4
2.1.2. El player y el editor KitVision . . . . .	5
2.2. Los usuarios: niños con problemas de atención temprana . . . . .	5
2.2.1. Retraso psicomotor . . . . .	6
2.2.2. Retraso simple del lenguaje . . . . .	7
2.2.3. Trastorno de déficit de atención con hiperactividad . . . . .	7
2.3. Estado del arte: interfaces tangibles y niños con necesidades especiales . . . . .	7
<b>3. Trabajo realizado</b>	<b>15</b>
3.1. Adaptación de actividades para niños de atención temprana . . . . .	15
3.1.1. Trabajo previo con el IASS . . . . .	15
3.1.2. Selección de actividades de NIKVision . . . . .	15
3.1.3. Evaluación de las actividades . . . . .	15
3.1.4. Adaptación de actividades . . . . .	19
3.1.5. Nuevas evaluaciones . . . . .	22
3.1.6. Conclusiones . . . . .	23
3.2. Creación de una nueva actividad de logopedia . . . . .	24
3.2.1. Proceso del diseño de la nueva actividad . . . . .	24
3.2.2. Estado del arte: tecnología tangible y logopedia . . . . .	24
3.2.3. Diseño de la nueva actividad . . . . .	27
3.2.4. Implementación de la nueva actividad . . . . .	30
3.2.5. Evaluación inicial de la nueva actividad . . . . .	33
3.2.6. Realización de cambios en la nueva actividad . . . . .	34
3.2.7. Evaluación final de la nueva actividad . . . . .	35
3.3. Generación del sistema de logs para los terapeutas . . . . .	36
3.3.1. Análisis de requisitos . . . . .	36
3.3.2. Diseño . . . . .	37
3.3.3. Implementación . . . . .	37
<b>4. Conclusiones y trabajo futuro</b>	<b>41</b>
<b>Anexo A. Evaluación con niños</b>	<b>43</b>
A.1 Características de los niños como evaluadores . . . . .	43
A.2 Rol del niño en el proceso . . . . .	43
A.3 Clasificación de los métodos de evaluación con niños . . . . .	44
<b>Anexo B. KitVision</b>	<b>47</b>
B.1 El lenguaje de marcado . . . . .	47
B.2 El toolkit KitVision . . . . .	48
B.2.1 El asistente gráfico . . . . .	49
B.2.2 El Player KitVision . . . . .	50
<b>Anexo C. Descripción de las actividades de NIKVision</b>	<b>51</b>
C.1 Juegos y actividades para NIKVision . . . . .	51
C.2 Descripción de las actividades instaladas en el Centro Base I del IASS . . . . .	52
<b>Anexo D. Montaje y calibración del tabletop NIKVision</b>	<b>61</b>

<b>Anexo E. Creación de nuevos juguetes</b>	<b>65</b>
E.1 Generación de los ficheros para su fabricación . . . . .	65
E.2 Juguetes creados . . . . .	67
<b>Anexo F. Desarrollo temporal</b>	<b>69</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>71</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>75</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>77</b>

# 1. Contexto y objetivos

En los siguientes apartados se introduce el contexto de este trabajo de fin de grado y se explican los objetivos del mismo.

## 1.1. GIGA AffectiveLab

El GIGA AffectiveLab [GIG16] es un grupo de investigación de la Universidad de Zaragoza que trabaja en el área de la Interacción Persona-Ordenador. El trabajo de este grupo durante los últimos años se ha centrado en cuatro temas principales: el manejo de agentes virtuales para utilizarlos en aplicaciones en tiempo real como interfaces multimodales, el desarrollo de interfaces de usuario tangibles para aplicaciones educativas y terapéuticas, la accesibilidad y la consideración de los aspectos afectivos en la interacción con el usuario.

Este proyecto se engloba dentro de este grupo de investigación, concretamente en la rama del desarrollo de interfaces de usuario tangibles. Una interfaz de usuario tangible es una interfaz en la que la persona interactúa con información digital a través del mundo físico, aprovechándose de las habilidades que el ser humano tiene de coger y manipular objetos físicos y materiales [WTUI16]. Este tipo de interfaces suelen utilizarse en tabletops. A grandes rasgos, un tabletop es un dispositivo con un aspecto más o menos cercano al de una mesa convencional, cuya superficie está aumentada mediante la proyección de imagen y sonido procedente de una aplicación informática y en el que la interacción con dicha aplicación se lleva a cabo mediante movimientos de los dedos en contacto con la superficie de la mesa (multitáctil), permitiendo una interacción más intuitiva con la tecnología y con otros usuarios.

La creciente popularidad de estos dispositivos tabletop está creando una nueva generación de juegos que amplían la noción tradicional que tenemos de juegos de mesa al ser jugados en superficies digitales aumentadas. La aproximación desde la interacción tangible se ha convertido en los últimos años en una prometedora alternativa a los tabletops multitáctil para niños pequeños. Los niños que aprenden con interfaces de usuario tangibles pueden beneficiarse de los mismos valores pedagógicos que son adquiridos con materiales al jugar en el mundo físico.

El GIGA AffectiveLab ha desarrollado el tabletop tangible NIKVision [NIK16] y juegos que proporcionan ocio y diversión a la vez que refuerzan la manipulación física y el juego co-ubicado en niños pequeños. NIKVision ha sido utilizado con éxito en niños pequeños [MBC13] de educación especial [VGB13] y adultos con problemas cognitivos [CBB15].

## 1.2. Los centros de atención temprana del IASS

El Instituto Aragonés de Servicios Sociales, IASS [IASS16], es un organismo autónomo dependiente del Departamento de Ciudadanía y Derechos Sociales del Gobierno de Aragón. Tiene presupuesto propio y, manteniendo el principio de descentralización funcional inherente a su esencia, desarrolla las competencias de administración y gestión del conjunto de los servicios sociales del Gobierno de Aragón.

Dentro de las competencias del IASS está la protección a la infancia y a la adolescencia dentro de la cual se engloban los tratamientos de atención temprana. La atención temprana es el conjunto de acciones, desarrolladas por los diferentes servicios sanitarios, sociales y educativos, para prevenir y compensar las deficiencias permanentes o transitorias de niños de 0-6 años con discapacidad o riesgo de padecerla. Por tanto, estos centros están orientados a niños y niñas de 0-6 años y a sus familias con residencia en la Comunidad Autónoma de Aragón, que precisen orientación o intervención en los trastornos detectados. A través del Programa de Atención Temprana, profesionales de distintas especialidades ofrecen servicios de:

- Evaluación neuropediátrica.
- Evaluación médico-funcional y rehabilitadora.
- Evaluación psicológica y psicoterapia.

- Evaluación y trabajo social.
- Estimulación.
- Fisioterapia.
- Psicomotricidad.
- Logopedia.

Hay cuatro centros en Aragón dedicados a la atención temprana: el Centro Base de Huesca, el Centro Base de Teruel y dos centros base en Zaragoza (Centro Base I y Centro Base II). Es en colaboración con el Centro Base I de Zaragoza con el que se ha hecho este trabajo de fin de grado gracias a un contrato a través de la OTRI [OTRI16] de la Universidad de Zaragoza.

### **1.3. Objetivos del proyecto**

Desarrollo de software que permita el uso del tabletop NIKVision en los centros de atención temprana del IASS y su aplicación a la prevención de la dependencia en los menores que asisten a dichos centros. Ello incluye el diseño e implementación de actividades específicas para los niños pero también llevar a cabo la adaptación del tabletop y de su software para permitir el manejo autónomo del tabletop por parte de los terapeutas. A la hora del diseño del sistema se seguirá una metodología de Diseño Centrado en el Usuario [DCU16], en la que se tendrá en cuenta al usuario final, niños de atención temprana, en todas las fases del proyecto. Se hará especial hincapié en la evaluación del tabletop por parte de los niños mediante el uso de las técnicas de evaluación más adecuadas (ver Anexo A).

## 2. Documentación

En este apartado se recoge la documentación reunida durante el presente trabajo de fin de grado relativa a la tecnología que se va a utilizar y a los usuarios a los que está orientado.

### 2.1. Las tecnologías: interfaces tangibles y tabletops

Una TUI (“Tangible User Interface”, en inglés) es un intento de darle forma física a la información digital haciendo que partes de la misma sean directamente manipulables y perceptibles por los usuarios. Las interfaces de usuario tangibles hacen la información digital accesible a través de superficies físicas aumentadas (paredes, escritorios, techos, ventanas), objetos portátiles (bloques de construcción, instrumentos) o elementos del ambiente (luz, sonido, el flujo del aire o del agua) dentro del mundo físico. En [IU97] se expone que una de las características principales de las interfaces de usuario tangibles son la integración que hay entre la representación y el control, ya que los objetos físicos son a la vez la representación de la información y los controles físicos de la misma. En relación con la representación y el control de la información, se pueden distinguir cuatro características principales:

1. Las representaciones físicas están computacionalmente relacionadas con la información digital subyacente.
2. Las representaciones físicas son los mecanismos del control interactivo.
3. Las representaciones físicas están perceptualmente acopladas para mediar activamente en las representaciones digitales (potenciación visual por medio de proyección, sonido...).
4. El estado físico de los elementos tangibles representa aspectos clave del estado digital del sistema.

Los tabletops tangibles son un tipo de interfaz de usuario tangible que aparecieron por primera vez en el 2001 los cuales integran los conceptos de los escritorios convencionales y de los ordenadores portátiles [MF11]. Concretamente, son un entorno híbrido que aprovecha las ventajas del mundo físico con las posibilidades que da la información digital. Su diseño se hace teniendo en cuenta los modelos mentales que tienen las personas de las mesas tradicionales, lo que los convierten en interfaces muy naturales para el público en general. Están pensados para ser utilizados por grupos pequeños que necesitan un espacio de trabajo compartido en el que situar objetos.

Aunque en los últimos quince años se han desarrollado varios tabletops en el ámbito de grupos de investigación, no ha sido hasta muy recientemente que compañías grandes han desarrollado tabletops para el entretenimiento, la educación o el trabajo (Fig. 1).



Figura 1: Mitsubishi DiamondTouch 2009 (izquierda) y Tabletop Microsoft Surface 2 desarrollado en el 2011 (derecha).

En [HSJ09] se puede encontrar un estudio que demuestra que las interfaces tangibles ofrecen ventajas significativas respecto a las interfaces gráficas estándar dependientes del ratón dentro de un contexto de educación de niños. Algunas de las ventajas son que las interfaces tangibles resultan más atractivas a los niños, motivan la colaboración entre ellos y les animan a tomar un papel activo en la exploración del mundo y su aprendizaje. De entre las características de las interfaces de usuario tangibles, hay tres que las hacen ideales para formar parte de aplicaciones terapéuticas y de aprendizaje. Estas tres características son [Ham12]:

1. Promover la colaboración por medio del espacio compartido.
2. Permitir la libertad de movimiento.
3. Flexibilidad en el diseño de la interfaz física del sistema.

### 2.1.1. El tabletop NIKVision

A continuación se presenta el tabletop tangible que se ha diseñado y desarrollado en el GIGA AffectiveLab y que es la base de este trabajo, el tabletop NIKVision. NIKVision [CMB15] es un prototipo de mesa interactiva diseñada especialmente para ser usada por niños pequeños. La interacción con NIKVision se realiza mediante manipulación de juguetes convencionales sobre la superficie de la mesa (Fig. 2 izda.A). Dichos juguetes no necesitan ninguna modificación electrónica para poder ser usados en NIKVision, basta con adherirles a la base un marcador impreso. Una vídeo-cámara USB colocada dentro de la mesa captura su imagen desde abajo (Fig. 2 izda.B). El software de reconocimiento visual se ejecuta desde una mini-torre de ordenador (Fig. 2 izda.C) que también se encarga del software de los juegos y de la imagen activa proporcionada por el proyector de vídeo situado bajo la mesa (Fig. 2 izda.D) a través de un espejo que está dentro de la misma (Fig. 2 izda.E). La imagen de salida también puede mostrarse en una pantalla de ordenador convencional (Fig. 2 izda.F) adyacente a la mesa, aunque este último elemento es opcional y no está presente en la versión de NIKVision utilizada en este proyecto. El reconocimiento visual y el seguimiento de objetos en la mesa se debe al framework reacTIVision [KB07] que reconoce los identificadores únicos (llamados fiduciales Fig. 3) situados en la base del objeto que permiten determinar la posición y orientación de los mismos.

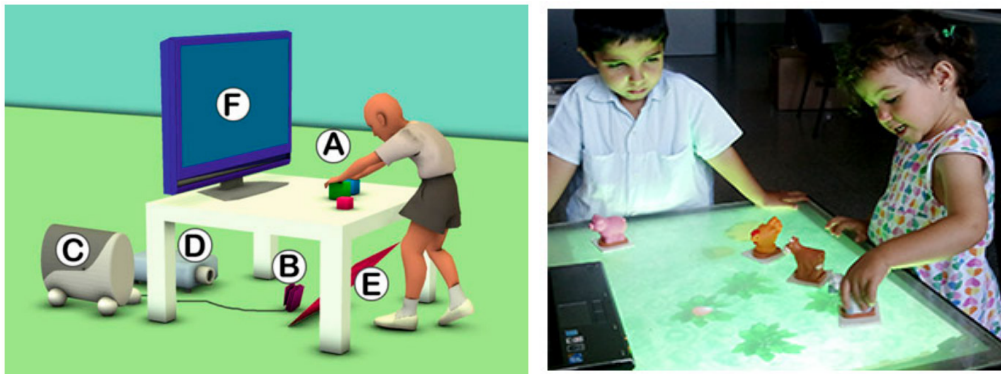


Figura 2: Esquema del tabletop NIKVision (izquierda) y niños jugando al juego de la granja con el mismo (derecha).



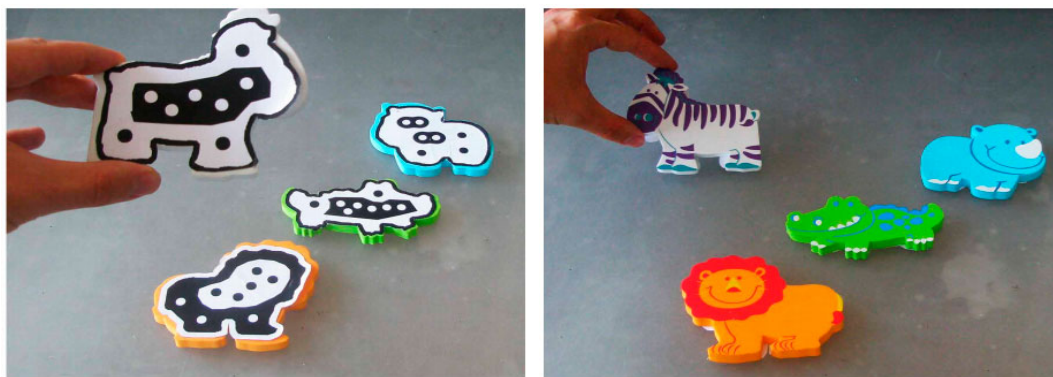


Figura 3: Fiduciales correspondientes a los objetos (izquierda) y su juguete correspondiente (derecha).

### 2.1.2. El player y el editor KitVision

KitVision es un software creado por el GIGA AffectiveLab que permite crear juegos sencillos para dispositivos tabletop basados en Interacción Tangible (manipulación de objetos). Para usar KitVision no es necesario tener conocimientos de lenguajes de programación informáticos. Gracias a su asistente gráfico, se pueden modelar las reglas del juego, integrar imágenes, sonidos y animaciones digitales, y probar de forma inmediata los juegos en un dispositivo tabletop.

KitVision está orientado a profesionales que apliquen los juegos (tanto convencionales como de ordenador) a sus actividades profesionales (profesores, pedagogos, terapeutas...), y en general a cualquier persona interesada en crear juegos que combinen elementos físicos y virtuales pero que no dispongan de conocimientos de programación por ordenador. KitVision se compone de dos aplicaciones:

- Player: encargada de ejecutar los juegos creados en KitVision. Por tanto, es una aplicación instalada en el dispositivo tabletop. Permite la ejecución de múltiples juegos a través de un menú inicial que permite la elección de juegos mediante interacción táctil.
- Editor gráfico: Asistente para la creación de los juegos. Permite incorporar los distintos elementos tanto físicos como virtuales de los que se compone el juego y definir las reglas.

KitVision usa el framework reactIVision [KB07] para manejar el hardware de los dispositivos tabletop basados en sensores visuales y es el software que se ha usado en este trabajo para la adaptación de actividades tangibles. Para más detalles sobre KitVision ir al Anexo B.

En conclusión, las ventajas que ofrece NIKVision respecto a otros tabletops son: un amplio rango de actividades, lo que permite utilizar el mismo dispositivo para tratar un rango amplio de problemas y el tener un editor fácil de utilizar por usuarios no expertos, de tal manera que sean los propios terapeutas los que puedan adaptar fácilmente las actividades en función de las necesidades específicas del niño.

## 2.2. Los usuarios: niños con problemas de atención temprana

Según datos de la OMS, más de un 2 % de la población infantil de 0 a 6 años pueden presentar trastornos patológicos de diversa magnitud, que podrían provocar alteraciones en su desarrollo [Val06].

La Atención Temprana (AT) es el conjunto de intervenciones dirigidas a esta población, y también a su familia y entorno, que tiene por objetivo dar respuesta con la mayor brevedad posible a las necesidades transitorias o permanentes que presentan estos niños con trastornos en el desarrollo o que tienen riesgo de padecerlo [ATD16].

Un trastorno de desarrollo es la desviación significativa del curso del desarrollo como consecuencia de acontecimientos de salud o de relación que comprometen la evolución biológica, psicológica y social del niño. Los trastornos de desarrollo tratados por la atención temprana son:

- Trastornos en el desarrollo motriz.
- Trastornos en el desarrollo cognitivo.
- Trastornos en el desarrollo sensorial.
- Trastornos en el desarrollo lingüístico.
- Trastornos generalizados del desarrollo.
- Trastornos de la conducta.
- Trastornos emocionales.
- Trastornos en el desarrollo de la expresión anatómica.
- Retrasos evolutivos.

En el Centro Base I del IASS se tratan principalmente retrasos psicomotores (subapartado 2.2.1) y retrasos simples del lenguaje (subapartado 2.2.2) que se detallan más adelante. Otros trastornos que se tratan son: trastornos emocionales (debido a situaciones difíciles en casa tales como abandono de alguno de los progenitores, poca edad de los mismos, adopciones), trastornos de la conducta (subapartado 2.2.3) y trastornos generalizados en el desarrollo (provocados por una mezcla de todos los trastornos mencionados en este apartado).

### **2.2.1. Retraso psicomotor**

El RPM (Retraso PsicoMotor) [RPM16] es un tipo de trastorno en el desarrollo motriz y cognitivo. Además, es el trastorno más frecuente tratado en el Centro Base I del IASS, y todos los niños que tratan lo padecen en mayor o menor medida. Este trastorno se define como el retraso o la disminución en el desarrollo de las capacidades mentales y motrices.

El retardo psicomotor en los niños está generalmente relacionado con daños o anomalías significativas en el sistema nervioso central. Este término hace referencia específicamente al retraso en el desarrollo de las destrezas cognitivas (como el lenguaje) y en el desarrollo de las destrezas motoras (como caminar). Pueden existir diferentes grados de retardo mental que comprenden el hecho de no lograr satisfacer ciertos hitos o acontecimientos fundamentales del desarrollo normal. Los niños pueden nacer con afecciones que causan retardo psicomotor. Dicho retardo puede también aparecer después del nacimiento, cuando el deterioro tanto de la función mental como de la función motora está relacionado con una enfermedad (como la neurofibromatosis) o accidente.

Uno de los problemas típicos que abarca el retraso psicomotor es la lateralidad cruzada [EBM16]. La lateralidad es la preferencia que muestran la mayoría de los seres humanos por un lado de su propio cuerpo. Los niños deben construir bien la lateralidad para tener un punto referencial espacio-temporal. Esta referencia es vital para automatizar los aprendizajes básicos, para organizarse interiormente y para organizar todo lo que nos rodea. Lo ideal es que ofrezcan una dominancia en el mismo lado, ya sea el lado derecho o el lado zurdo, es decir tener una lateralidad homogénea. Si esto no ocurre así se dice que se padece lateralidad cruzada. Los niños con lateralidad cruzada (ojo-mano sobre todo, diestro de mano y zurdo de ojo o al contrario) tienen principalmente los siguientes problemas:

- Errores al leer.
- Desorientación espacial y temporal.
- Torpeza psicomotriz y problemas de ritmo.

### 2.2.2. Retraso simple del lenguaje

El RSL (Retraso Simple del Lenguaje) [IDE15] es un tipo de trastorno en el desarrollo lingüístico. Es un trastorno en el que el niño que lo padece presenta un retraso en la aparición o en el desarrollo de todos los niveles del lenguaje (fonológico, morfosintáctico, semántico y pragmático), que afecta sobre todo a la expresión y, en menor medida, a la comprensión, sin que esto se deba a un trastorno generalizado del desarrollo, ni a déficit auditivo o trastornos neurológicos. Se caracteriza porque la aparición del lenguaje y la expresión es más tardía de lo habitual, y se desarrolla lentamente y desfasada con respecto a lo que cabría esperar de un niño de esa edad cronológica. Generalmente el retraso del lenguaje viene asociado con una inmadurez (prematuridad, hospitalismos, etc) generalizada, que afecta a la coordinación psicomotriz (coordinación gruesa y fina, inmadurez o problemas de lateralidad), dificultades en la estructuración tempo-espacial (dibujo desordenado en una lámina). A veces esta inmadurez afecta psicoemocionalmente apareciendo una baja autoestima, sentimientos de inferioridad, etc.

### 2.2.3. Trastorno de déficit de atención con hiperactividad

El TDAH (Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad) es un trastorno neurobiológico que aparece en la infancia y que se manifiesta como un aumento de la actividad física, impulsividad y dificultad para mantener la atención en una actividad durante un periodo de tiempo continuado [TDHA16]. También pueden experimentar dificultades en la función ejecutiva (o la habilidad del cerebro para comenzar una actividad, organizarse y llevar a cabo tareas) y la memoria de trabajo. Intervienen tanto factores genéticos como ambientales. Se suele empezar a diagnosticar en torno a los 7 años de edad aunque en algunos casos este diagnóstico se puede realizar de una manera más precoz. Según la clasificación norteamericana de enfermedades psiquiátricas DSM-IV, no todas las personas que padecen trastorno de déficit de atención con hiperactividad tienen el mismo cuadro clínico: en algunas de ellas predominan los síntomas de inatención, en otras los de hiperactividad e impulsividad, y en otras hay problemas tanto atencionales como de hiperactividad e impulsividad (lo que se conoce como combinado o mixto). Los síntomas más frecuentes de los trastornos de déficit de atención con hiperactividad son:

- No presta atención a los detalles o comete errores por descuido.
- Tiene dificultad para mantener la atención.
- Dificultad para esperar o tomar turnos.
- Parece no escuchar.
- Tiene dificultad para seguir las instrucciones hasta el final.
- Se distrae con facilidad.

## 2.3. Estado del arte: interfaces tangibles y niños con necesidades especiales

En el siguiente apartado se estudian distintos ejemplos en los que se han aplicado interfaces y tabletops tangibles, para abordar el problema de niños con necesidades especiales, dentro de los cuales se pueden incluir niños con atención temprana. Con este estudio se pretende ver qué se ha hecho hasta la actualidad en este campo y determinar qué se puede aportar de novedoso con este trabajo.

En [HHH06], dentro del proyecto de investigación de la Universidad Tecnológica Eindhoven, *LinguaBytes*, se describe el controlador tangible E-scope, pensado sobre todo para niños de 1 a 4 años con problemas en el desarrollo del lenguaje y la comunicación. E-scope (Fig. 4) consiste en un juguete de madera, un ordenador con una estación inalámbrica y un monitor separado que es opcional. Los anillos superior e inferior de E-scope se comunican con el ordenador mediante transmisores de radio. Todos los sensores, actuadores y baterías están incluidos en las capas de E-scope.



Figura 4: Dispositivo E-scope completo (izquierda) y detalle del juguete de madera (derecha).

Utilizando E-scope (Fig. 5), los niños pueden escuchar historias o jugar juegos educativos dando vueltas a los anillos del juguete de madera hasta que aparezcan las imágenes que están en el suelo del mismo. Cada foto lleva a una historia que tiene relación con ella. Moviendo el anillo superior y pulsando los botones del anillo de madera, los niños pueden interactuar con las historias que aparecen integradas en una pantalla aparte.



Figura 5: E-scope con una de las fotos que llevan a una historia (izquierda) y niño jugando a esa historia (derecha).

En [HVB08], también dentro del proyecto *LinguaBytes* antes mencionado, se habla de KLEEd, una especie de consola con módulos de ejercicios que utiliza como entradas objetos reales para ayudar a comunicarse a niños con Parálisis Cerebral. El dispositivo (Fig. 6) es un sistema modular formado por esteras de ejercicios conectadas a una consola central, y sobre estas esteras se pueden usar una variedad de objetos con sus identificadores y otro material personal debidamente etiquetado para oír y participar en historias interactivas y ejercicios.



Figura 6: Imágenes del dispositivo KLEEd.

Se desarrollaron dos actividades para el mismo que se explican a continuación.

La primera actividad consta a su vez de dos subactividades (Fig. 7), las cuales son historias que se desarrollan a lo largo de nueve escenas. A continuación se explicará cómo se desarrolla una de estas subactividades o historias, ya que la otra es muy similar. En una de las historias, dos niños están jugando a la pelota cuando aparece una mujer con su bebé. Los niños quieren ver al bebé y darle un beso. Luego, cantan una canción para el bebé y, cuando éste se queda dormido, la mujer y su bebé vuelven a su casa. Las palabras clave de esta historia son “mujer”, “bebé”, “beso”, “cantar” y “dormir”. Cuando aparecen estas palabras clave, el niño puede tirar de una de las cuerdas unidas al dispositivo, lo que resultará en que aparecerá una animación en la pantalla y se dirá la palabra clave en voz alta. El objetivo de este primer ejercicio es estimular el vocabulario, enseñar a seguir turnos, la relación causa-efecto y la memoria visual.

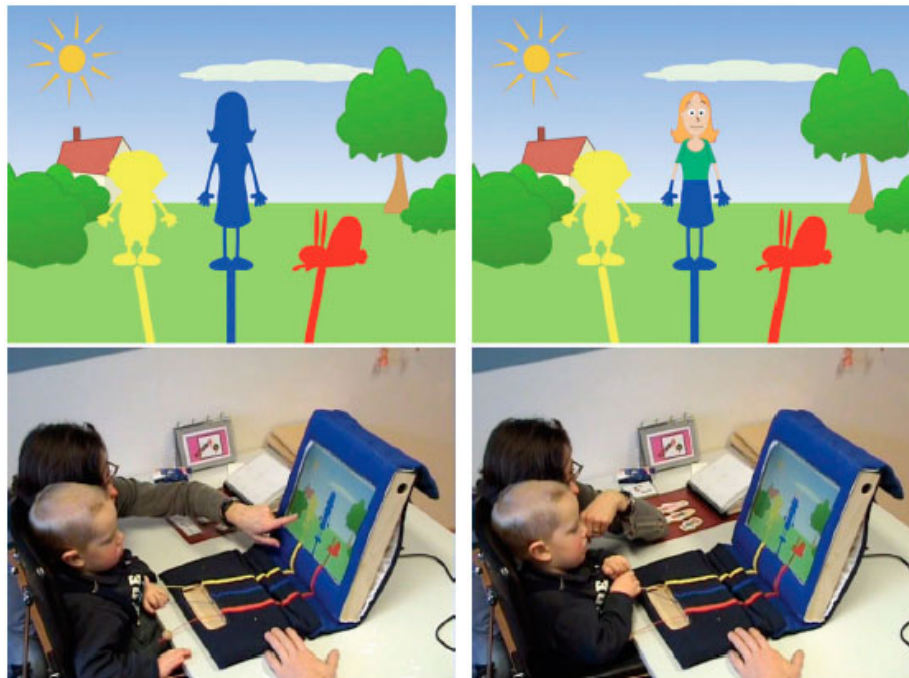


Figura 7: Desarrollo de una de las subactividades de la primera actividad del dispositivo KLEEd.

En la segunda actividad (Fig. 8) lo que se hace es construir frases de dos palabras. El niño puede elegir un personaje de una de las placas de madera y combinarlo con la carta de verbos de PCS (*Picture Communication Symbols*) que aparece en el dispositivo. La frase construida es animada en la pantalla y pronunciada en voz alta. El objetivo de este segundo ejercicio es estimular la sintaxis activa, enseñar a seguir turnos, y jugar con los elementos de una frase permitiendo que un mismo personaje haga lo mismo o no.

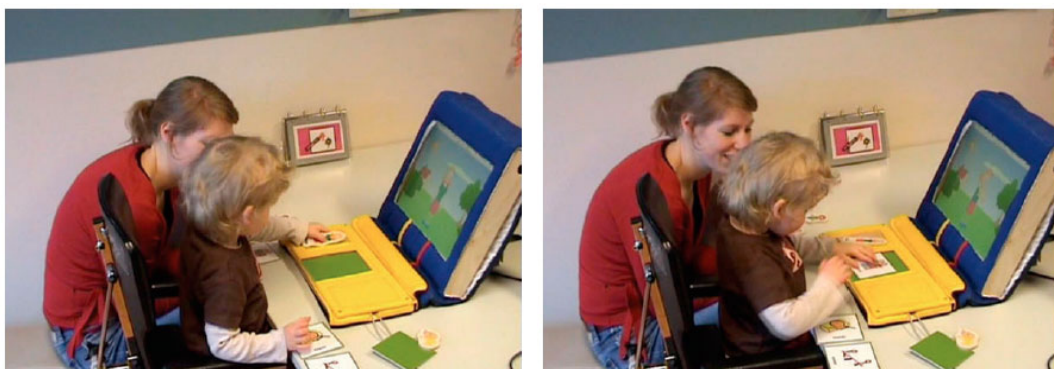


Figura 8: Desarrollo de la segunda actividad del dispositivo KLEEd.



En [HKM10], desarrollado en el MIT, se habla de actividades que enseñan a comunicarse a niños entre 4 y 7 años desarrolladas en Siftables. Los Siftables (Fig. 9) son pequeños ordenadores (un híbrido a medio camino entre las interfaces de usuario gráficas y tangibles) que muestran gráficos en su cara superior y que son capaces de detectarse entre ellos, de determinar si están siendo movidos o no y de comunicación inalámbrica.



Figura 9: Siftables (izquierda) y los mismos Siftables conectados a una pantalla HD siendo usados durante una de las actividades (derecha).

Las dos principales actividades que se pueden hacer con ellos son las siguientes.

La primera actividad se llama *Make a Riddle*. Los niños tienen que construir acertijos de tres palabras ordenando los Siftables para que formen una frase, lo que actualizará una imagen en el cuarto Siftable. De las seis posibles secuencias de ordenación que hay en cada ronda, dos producen una imagen (Fig. 10), lo que ayuda al desarrollo del lenguaje al motivar el re-ordenamiento de las palabras de múltiples maneras produciendo animaciones graciosas si se hace correctamente. El objetivo de *Make a Riddle* es enseñar a los niños conceptos espaciales y construcción de frases simples por medio del juego creativo.

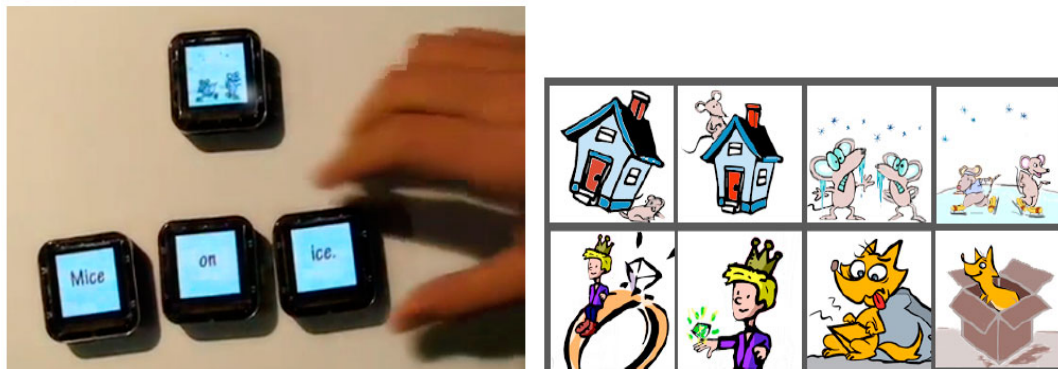


Figura 10: Ejemplo de siftables formando un acertijo en el juego *Make a Riddle* (izquierda) y frases creadas durante el mismo juego de izquierda a derecha: “house on mouse”, “mouse on house”, “ice on mice”, “mice on ice”, “king on ring”, “ring on king”, “box in fox” y “fox in box” (derecha).

La segunda actividad es *Telestory*, donde se permite a los niños influir en la historia de un gato y un perro que viajan por una tierra desconocida. Los Siftables representan personajes y objetos interactivos que producen escenas animadas en una televisión HD a la que están conectados. Mientras se va contando la historia, los niños pueden introducir objetos y personajes en la escena escogiendo Siftables, contribuyendo en el desarrollo de la misma (Fig. 11). El objetivo de *Telestory* es enseñar vocabulario y lectura a niños de preescolar.

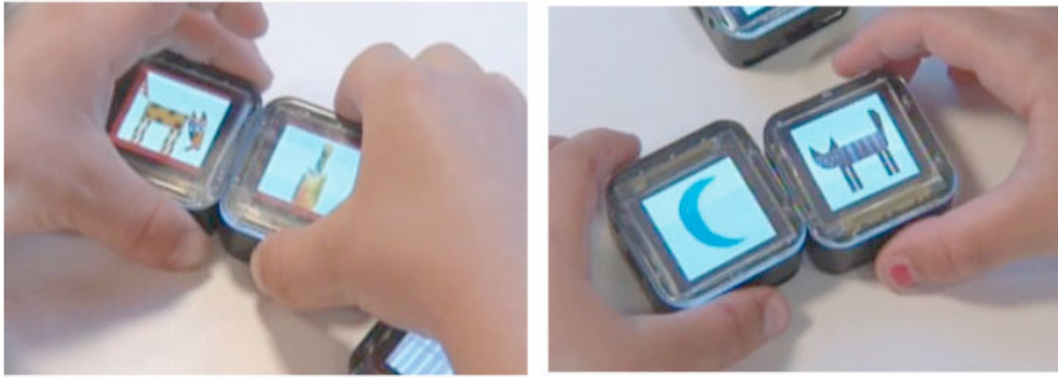


Figura 11: Ejemplo de participación en el juego *Telestory*.

En [DCG15] se describe el Panel de Frutas Interactivo (PFI) creado por la Universidad de Castilla La Mancha, que ayuda a niños con problemas en la comunicación. El Panel de Frutas Interactivo se compone de dos partes bien diferenciadas: una parte lógica que corresponde a un juego de escritorio, y una parte tangible, donde se encuentra el panel de frutas con los objetos reales (que son frutas de verdad). La parte lógica se ha hecho de tal manera que presente una interfaz de usuario fácil de transformar por los terapeutas para que puedan adaptar las actividades a sus necesidades. La parte tangible del Panel de Frutas Interactivo ha sido construida con madera, pintura, papel y plástico con una placa interna Arduino Duo para proveerla de inteligencia (Fig. 12).

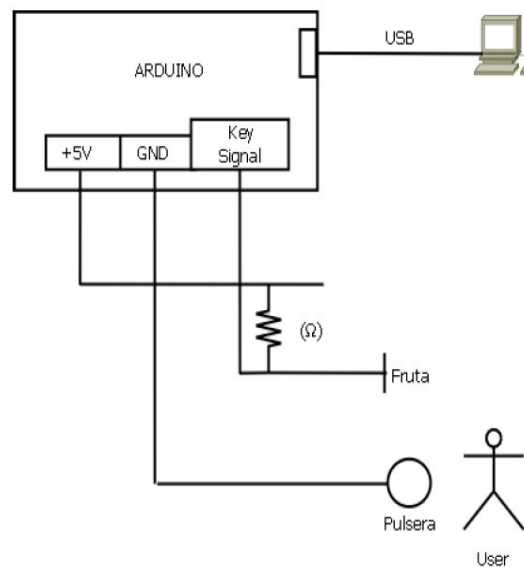


Figura 12: Arquitectura del sistema del Panel de Frutas Interactivo.

El juego (Fig. 13) consiste en que al niño se le muestra una imagen de un objeto real, como por ejemplo una fruta en forma de maqueta en miniatura, y posteriormente se le muestra una serie de pictogramas con diferentes frutas. El fin del juego es que el niño sea capaz de asociar el objeto real (en este caso, las frutas reales que son los elementos tangibles de la actividad) con su representación en pictograma.

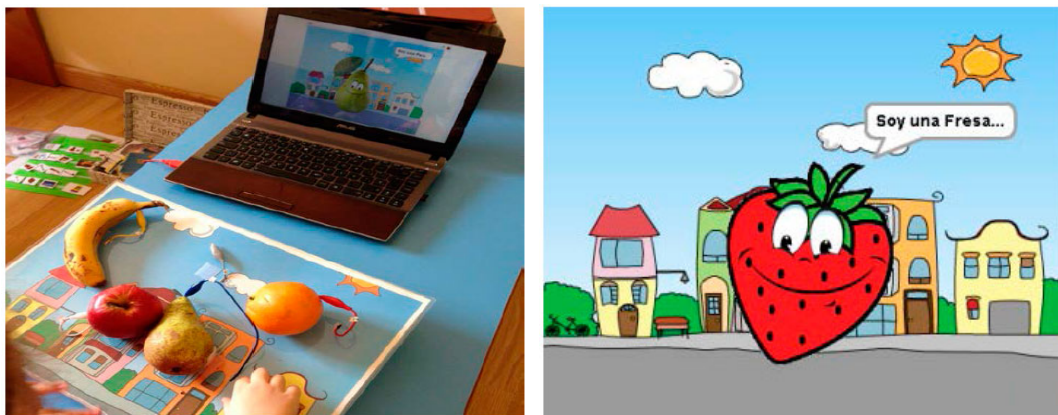


Figura 13: Niño jugando con el PFI (izquierda) y feedback que se le da al niño cuando realiza bien la actividad (derecha).

El objetivo del juego es motivar a los niños a jugar para que adquieran la asociación entre pictogramas necesaria para adoptar un sistema de comunicación alternativo. Además, también desarrolla la concentración, la activación del sistema visual y la memoria.

Por último, está [VJM12], donde se habla de Reactable (Fig. 14), un tabletop tangible desarrollado por la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona que permite la creación de piezas musicales de cierta complejidad de forma colectiva e intuitiva para dar un medio de comunicación alternativo a niños con Trastornos de Espectro Autista.

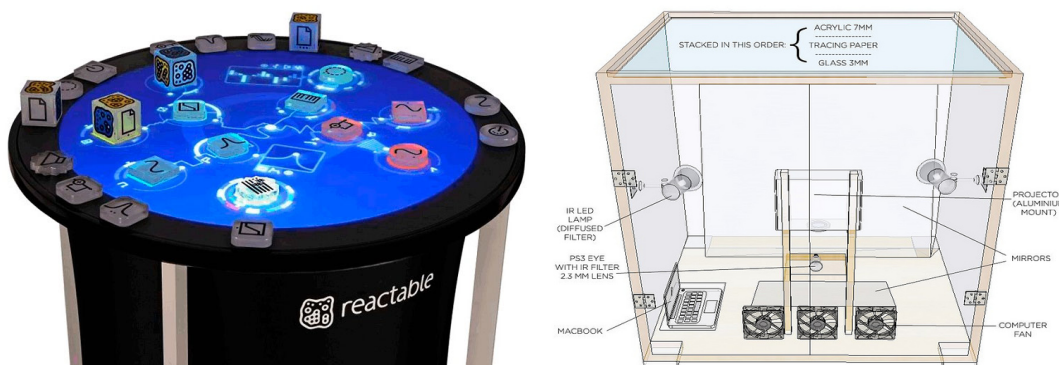


Figura 14: Tabletop tangible Reactable (izquierda) y su descripción técnica (derecha).

En Reactable, los niños pueden interactuar directamente con el tabletop o utilizar objetos llamados *pucks*, que pueden ser de diferentes tipos: generadores, filtros de audio, controladores y objetos globales (Fig. 15).



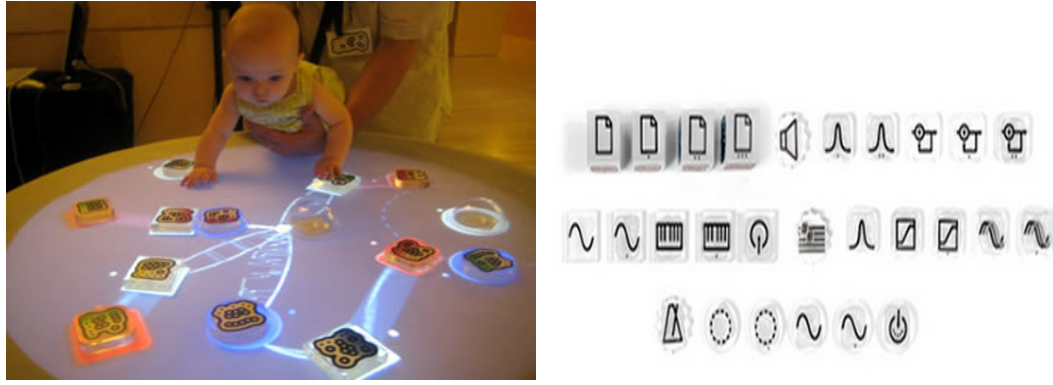


Figura 15: Niño jugando con Reactable (izquierda) y *pucks* utilizados para manejarlo (derecha).

En la tabla 1 se resume la información estudiada.

Nombre	Grupo de investigación	Tipo de dispositivo	Tipo trastorno
E-scope	Universidad Tecnológica Eindhoven	Juguete tangible	Trastornos en el desarrollo motoriz y lingüístico
KLEEd	Universidad Tecnológica Eindhoven	Juguete tangible	Trastornos en el desarrollo cognitivo y lingüístico
Telestory	MIT	Siftables	Trastornos en el desarrollo lingüístico
PFI	Universidad de Castilla La Mancha	Panel tangible	Trastornos en el desarrollo sensorial, cognitivo y lingüístico
Reactable	Universidad Pompeu Fabra	Tabletop tangible	Trastornos de la conducta y emocionales

Tabla 1: Tabla con las características principales de los dispositivos estudiados durante el estado del arte.

Estudiando los ejemplos anteriores podemos concluir que, aunque se ha trabajado en el uso de interfaces tangibles para tratar el problema de niños con necesidades especiales, el uso de tabletops no está demasiado extendido. Además, las actividades ofrecidas por las plataformas propuestas están enfocadas a niños con problemas muy concretos, de tal manera que son difícilmente adaptables (por ejemplo, el dispositivo Reactable es muy adecuado para trabajar con niños autistas pero presenta grandes dificultades para tratar con niños con problemas de motricidad). Este trabajo pretende avanzar en la creación de actividades para tabletops tangibles que abarquen las patologías más comunes de los niños que acuden a los centros de atención temprana.



### **3. Trabajo realizado**

#### **3.1. Adaptación de actividades para niños de atención temprana**

##### **3.1.1. Trabajo previo con el IASS**

Antes del comienzo de la realización de este trabajo de fin de grado, el GIGA AffectiveLab ya tuvo una reunión informativa con el Centro Base I del IASS de Zaragoza. En ella participaron la directora del centro, los terapeutas del mismo y los miembros del GIGA AffectiveLab. Durante la reunión se enseñó a los terapeutas los tabletops NIKVision instalados en el laboratorio y las actividades desarrolladas hasta el momento. Fue a raíz de esta reunión cuando el Centro Base I se interesó por la tecnología de los tabletops tangibles y decidió hacer un contrato con la universidad para construir e instalar un tabletop tangible NIKVision en su centro y adaptar o desarrollar actividades específicas para sus pacientes. Fue en este periodo cuando se lanzó este trabajo de fin de grado.

##### **3.1.2. Selección de actividades de NIKVision**

La primera fase de este trabajo fue seleccionar el conjunto de actividades de entre las implementadas para NIKVision que pudieran ser útiles para los menores tratados en el Centro Base I de Atención Temprana. Teniendo en cuenta las opiniones expresadas por los terapeutas en su visita al laboratorio de la universidad (apartado 3.1.1), el estado del arte realizado sobre las interfaces de usuario tangibles y niños con necesidades especiales (apartado 2.3) y las características que se estudiaron sobre los niños que asisten al centro (apartado 2.2) se seleccionó un conjunto de actividades que abarcaban problemas de psicomotricidad, lateralidad cruzada, hiperactividad y retrasos del lenguaje. Las actividades seleccionadas que se presentaron a la directora y a los terapeutas del Centro Base I del IASS en una reunión posterior fueron:

1. Juego de las abejas: podría ser interesante para tratar el retraso psicomotor.
2. Juego de pescar: podría ser interesante para tratar el retraso psicomotor (principalmente la motricidad fina y la coordinación).
3. Comecocos: podría ser interesante para tratar el retraso psicomotor y la hiperactividad.
4. Juego del fontanero: podría ser interesante para tratar el retraso psicomotor.
5. Juego de las siluetas: podría ser interesante para tratar el retraso simple del lenguaje y trastornos generalizados en el desarrollo.
6. Juego del supermercado: podría ser interesante para tratar el retraso simple del lenguaje y trastornos generalizados en el desarrollo.
7. Tangram: podría ser interesante para tratar el retraso cognitivo.

Estas actividades (descritas en el Anexo C) fueron desarrolladas como prototipos o pruebas de concepto por miembros del GIGA AffectiveLab o en el marco de algún proyecto de fin de carrera [Bon14] o trabajo de fin de grado [Llo15]. Estas actividades fueron el punto de partida para su adaptación a los usuarios del centro de atención temprana. En paralelo a la labor de selección de actividades se diseñó un tabletop específico para el centro, tabletop que fue construido, instalado y calibrado en el Centro Base I del IASS en Zaragoza (ver Anexo D). La existencia de este tabletop NIKVision en el centro base permitió la evaluación de dichas actividades para su posterior adaptación.

##### **3.1.3. Evaluación de las actividades**

En este apartado se explica la evaluación que se hizo con los terapeutas y niños del Centro Base I del IASS de las actividades mencionadas en el apartado 3.1.2 y descritas en el Anexo C.

## Metodología

Las sesiones de evaluación se realizaron en el Centro Base I del IASS en Zaragoza (Fig. 16 izda.). Se informó a los terapeutas de dicho centro que durante una semana concreta y durante su horario de consulta, se haría una evaluación de las actividades con el objetivo de detectar problemas y adaptarlas a las necesidades terapéuticas de los niños del centro. De Lunes a Viernes y durante ese horario, los terapeutas fueron pasando con sus pacientes (los niños con problemas de atención temprana) a la sala donde se instaló el tabletop NIKVision (Fig. 16 dcha.) para probar las actividades que habían sido previamente instaladas en el tabletop.



Figura 16: Entrada del Centro Base I del IASS en Zaragoza (izquierda) y vista de la sala donde está instalado el tabletop NIKVision en el mencionado centro (derecha).

En las sesiones participaron cinco terapeutas (1 logopeda y 4 terapeutas psicomotrices). En cuanto a los niños que participaron, los seleccionaron los terapeutas de entre sus pacientes considerando a cuáles de ellos podría serles útiles utilizar el tabletop como terapia. En la tabla 2 se pueden ver las características de los niños que participaron en las sesiones de evaluación.

<b>Id.</b>	<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Trastorno</b>
1	H	4 años	Encefalopatía y problemas sociales.
2	M	4 años casi 5	Problemas de estabilidad, motricidad fina y localización espacial.
3	H	3 años	Retraso general (cognitivo y motriz) y problemas sociales.
4	M	3 años	En diagnóstico.
5	M	2 años y 4 meses	Problema neurológico (mala motricidad) y problemas sociales.
6	H	3 años	Torpeza en motricidad gruesa y déficit de atención.
7	H	3 años y 7 meses	Retraso del lenguaje e hipotomía (retraso motor severo).
8	H	3 años y 3 meses	Déficit de atención, retraso cognitivo, retraso motricidad fina y gruesa.
9	H	3 años	Hiperactividad.
10	M	4 años y 8 meses	Retraso cognitivo y psicomotor generalizado.
11	M	2 años	Retraso psicomotor.
12	H	4 años	Retraso Simple del Lenguaje.

Tabla 2: Tabla con los datos de los pacientes que participaron en la primera tanda de sesiones de evaluación.

Los métodos que se utilizaban durante las sesiones de evaluación eran la observación y la toma de notas por parte de un experto (la autora de este trabajo de fin de grado). Las sesiones duraban una media de 20 minutos. Antes de iniciar la sesión, la experta hablaba con el terapeuta durante unos 5 minutos para que le explicara qué trastornos tenía el niño que iba a participar en la evaluación y su edad. Luego, durante la sesión, el terapeuta seleccionaba los juegos que consideraba más adecuados en función de los trastornos que tuviera el niño al que acompañaba y mientras el niño jugaba, la experta tomaba notas de cómo se desarrollaba la sesión y de las sugerencias que daban los terapeutas. Al final de la sesión, se hablaba con el niño y el terapeuta sobre qué opinaban de los juegos que habían probado y de la sesión en general durante unos minutos. La relación entre los niños participantes y los juegos que probaron se puede ver en la tabla 3.

<b>Id.</b>	<b>Abejas</b>	<b>Pescar</b>	<b>Comecocos</b>	<b>Fontanero</b>	<b>Siluetas</b>	<b>Super</b>	<b>Tangram</b>
1	X				X	X	
2	X	X	X	X	X	X	
3	X	X		X	X	X	X
4	X	X		X		X	X
5					X	X	
6	X	X	X	X	X		X
7	X	X			X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	
9	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X		X	X		
11	X	X		X	X	X	
12	X	X		X	X	X	

Tabla 3: Tabla con la relación entre los pacientes que participaron y las actividades que se evaluaron en la primera tanda de sesiones de evaluación.

En general, cada niño jugó un mínimo de cinco actividades, siendo las actividades más jugadas aquellas relacionadas con la psicomotricidad (el juego de las abejas, de pescar y del fontanero) ya que es el trastorno más generalizado que se trata en el Centro Base I del IASS. Otra de las actividades más jugadas fue la del supermercado ya que está orientada a tratar el retraso simple del lenguaje que es otro de los trastornos muy extendidos en el centro. El juego de las siluetas también fue jugado por la gran mayoría de pacientes que participaron en las sesiones de evaluación (lo jugaron todos los pacientes menos uno) debido a su carácter principalmente lúdico que permitía a los niños relajarse después de hacer actividades más exigentes desde el punto de vista cognitivo.

## **Resultados**

A continuación se detallan las principales observaciones que se hicieron durante las sesiones de evaluación y las mejoras que se propusieron.

### **Juego de las abejas**

Jugaron 11 de los 12 niños. En general, se observó que los niños sólo podían seguir la abeja hasta el nivel 3, ninguno fue capaz de superar los niveles 4 y 5. Sin embargo, había algunos niños que, al repetir varias veces seguidas el nivel 1, eran capaces de recordar de iteraciones anteriores dónde se escondía la abeja en vez de seguirla de nuevo, por lo que el juego perdía su propósito terapéutico (que es obligar a los niños a seguir un blanco móvil con la vista).

La mejora que nos propusieron los terapeutas fue hacer tres iteraciones nuevas (es decir, que la abeja con miel se metiera en panales diferentes a las tres iteraciones que ya había hechas) de dificultad similar a la del nivel fácil para que hubiera más variedad dentro de dicho nivel y a los niños les resultara más difícil acordarse de los escondites de la abeja.

### **Juego de pescar**

Jugaron 10 de los 12 niños. Se observó que los niños tendían a querer utilizar las manos en vez de la caña de pescar puesto que les resultaba más sencillo pero esto era prontamente solucionado por los terapeutas que le cogían una de las manos al niño para evitar que hiciera trampas. Otra cosa que se observó es que a los niños les costaba centrarse al principio en el juego (se distraían con la caña o con los juguetes de los peces) por lo que tendían a no escuchar las instrucciones en audio que les daba el gato, lo que obligaba a los terapeutas a repetirles dichas instrucciones de nuevo.

Como mejora se propuso añadir un botón dentro del propio juego que al pulsarlo permitiera repetir las instrucciones en audio que da el gato sobre qué peces hay que darle.

## **Comecocos**

Jugaron 4 de los 12 niños. Los colores que presenta este juego (obstáculos azul oscuro sobre fondo negro) no presentan ningún problema si se juega a la actividad con la habitación a oscuras. Sin embargo, en el Centro Base I del IASS se suele jugar con NIKVision con la luz de la sala encendida porque les gusta más a los niños, lo que hace que los colores se vean menos claros que de normal. Esto provoca que los colores azul y negro se confundan fácilmente.

La mejora propuesta fue cambiar el color de los obstáculos para que fueran más visibles.

## **Juego del fontanero**

Jugaron 9 de los 12 niños. Se observó que los niños de 2 años eran incapaces de alcanzar bien algunas de las averías a tapar en la versión multijugador del juego, por lo que el terapeuta tenía que ayudarles. Sin embargo, el resto de los niños alcanzaba todo correctamente, o sea que se decidió dejar el juego tal y como estaba.

Los terapeutas no propusieron ninguna mejora para los dos niveles (simple y multijugador) de esta actividad.

## **Juego de las siluetas**

Jugaron 11 de los 12 niños. Se observó que este era uno de los juegos más populares entre los niños, seguramente porque es relativamente sencillo. Precisamente por su baja complejidad, los niños eran capaces de completarlo rápidamente.

La mejora propuesta fue añadir más siluetas al juego (aunque los terapeutas no indicaron de qué animales concretos querían siluetas nuevas) para alargar el tiempo de juego.

## **Juego del supermercado**

Jugaron 10 de los 12 niños. Se observó que si bien este juego servía para animar a los niños a decir en voz alta los nombres de los alimentos y tratar así trastornos lingüísticos, resultaba muy sencillo para la mayoría de ellos: decir los nombres de sólo seis alimentos era un poco escaso.

Los terapeutas propusieron como mejora poner más de tres alimentos (que son los que hay en el momento de la evaluación) a cada una de las dos iteraciones (los terapeutas no concretaron qué alimentos nuevos teníamos que añadir). Otras mejoras que se propusieron fue hacer nuevas versiones del mismo juego pero que se basaran en el entrenamiento de la memoria, como tener que recordar los alimentos a poner o recordar en qué secuencia se habían pedido para colocarlos en el carrito en ese orden.

## **Tangram**

Jugaron 5 de los 12 niños. Se observó que el salto de dificultad del nivel fácil al difícil era demasiado grande: el nivel fácil resultaba demasiado sencillo para los niños que lo probaron pero el nivel difícil presentaba una dificultad tan elevada que los niños eran incapaces de completarlo sin tener ayuda constante del terapeuta. Además, el que sólo hubiera una figura hacía aburrido jugar al juego más de una vez seguida.

Una de las mejoras propuestas fue añadir un nivel intermedio entre el fácil y el difícil. En este nivel intermedio se mostrarían las siluetas de las piezas que conforman la figura (lo que hace el nivel más sencillo respecto al nivel difícil donde no se da ninguna pista de cómo completar la figura) pero no su color (lo que lo hace más complicado respecto al nivel fácil donde además de las siluetas de las piezas se pone su color). La otra mejora propuesta fue la de añadir más figuras en cada uno de los niveles en vez de que esté sólo el gato.

Los problemas generales que se detectaron tras analizar los datos obtenidos en las sesiones de evaluación fueron:

- Los juegos son demasiado cortos: algunos casos son el tangram (que sólo tiene una figura) o el supermercado (en el que sólo se piden tres alimentos por iteración). Esto provoca que se

completan bastante rápido en la mayoría de los casos (salvo que el paciente tenga trastornos cognitivos muy severos) y que sea aburrido repetirlos durante la misma sesión.

- Algunos juegos no presentan suficiente variabilidad: en el caso del juego de las abejas, por ejemplo, los recorridos que hace la abeja no cambian, lo que provoca que si se repite varias veces la actividad el niño puede llegar a aprenderse el recorrido de memoria. Algo similar ocurre en el juego del supermercado, donde cada vez los niños completan más rápidamente el juego ya que tienden a acordarse de los alimentos que el tabletop les ha pedido la vez anterior que han probado el juego.
- La curva de dificultad entre niveles es muy pronunciada: en el caso del juego de las abejas, el que haya cinco niveles permite tener una curva de dificultad ascendente progresiva. Sin embargo, en el tangram el salto de dificultad entre el nivel fácil y difícil es muy grande, lo que provoca que el nivel fácil sea demasiado sencillo para muchos de los pacientes pero que el nivel difícil sea insalvable para prácticamente todos los niños.
- Los juguetes son demasiado frágiles: se detectó que había que cambiar los objetos tangibles por otros más resistentes para que pudiesen utilizarse durante un largo periodo de tiempo en el centro.

### 3.1.4. Adaptación de actividades

A continuación se detallan los cambios que se hicieron en las actividades de NIKVision de acuerdo con los resultados de las sesiones de evaluación. Una de las mejoras que se aplicó a todas las actividades fue la adquisición de nuevos juguetes. Después de estudiar alternativas, se contactó con una empresa, *tresEnCaja* [TEC16] especializada en el trabajo con madera para que creara nuevos juguetes de dicho material con la parte superior de vinilo que sustituyeran los frágiles juguetes hechos en el laboratorio. Las ventajas de estos nuevos juguetes son una mayor resistencia (lo que hace que los niños puedan manipularlos como quieran sin necesidad de que los terapeutas estén pendientes de si los rompen o no) y un aspecto más profesional. A dicha empresa había que darles los diseños de los juguetes que se quería que hicieran en un formato concreto (para más detalles, ir al Anexo E).

#### Juego de las abejas

Se modificó uno de los archivos Flash del nivel 1 del juego de las abejas y se alteró la trayectoria de la abeja para dar lugar a una nueva versión del mismo (Fig. 17 izda.). También se encargó un juguete nuevo (Fig. 17 dcha.).



Figura 17: Nueva iteración del juego de las abejas (izquierda) y nuevo juguete del tarro de miel (derecha).

#### Juego de pescar

Se modificó el XML del juego original (Fig. 18) para que incluyera un botón (Fig. 19 izda.) que al poner un juguete especial sobre él permitiera repetir las instrucciones en audio dadas por el personaje del gato. En este juego se encargaron nuevos juguetes para los peces (Fig. 19 dcha.) pero se dejaron las mismas cañas de pescar que las originales dado que son de madera y no era necesario reemplazarlas.

```
...
<area nombre="repeat_anim">
  <posicion alfa="no" x="700" y="100" ancho="0" alto="0"/>
  <fid id="3" correcto="no" sonido="pesca_repeat_audio/azulesyverdes2-copia.mp3"/>
  <imagen path="pesca_repeat_imagenes/repetir.png" ancho="100" alto="100"/>
</area>
...
```

Figura 18: Modificación añadida al juego de pescar.



Figura 19: Nuevo fondo del juego de pescar (izquierda) y nuevos juguetes (derecha).

### Comecocos

En este juego la única modificación que tuvo que hacerse fue cambiar el color de las paredes y obstáculos (Fig. 20 izda.) para que fueran más visibles. Además, se encargaron nuevos juguetes (Fig. 20 dcha.).

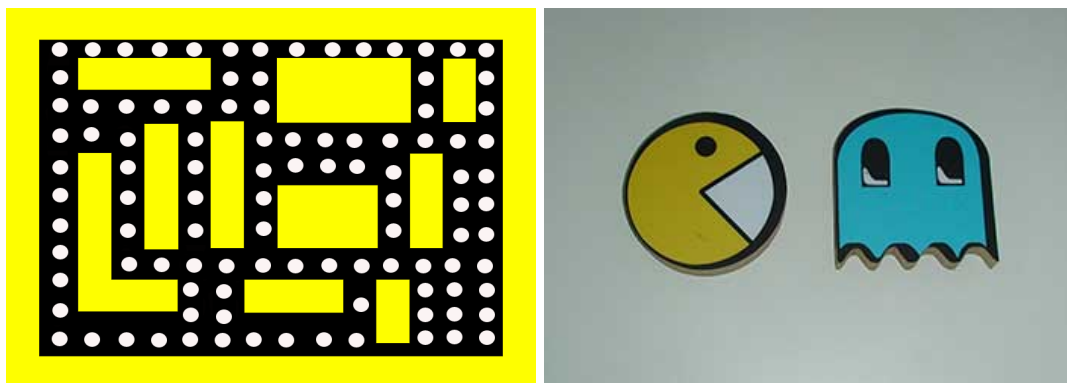


Figura 20: Nuevo fondo del juego del come cocos (izquierda) y nuevos juguetes (derecha).

### Juego de las siluetas

Los nuevos animales que se añadieron fueron: un gallo, una cabra y un gato. Dado que se añadieron animales nuevos y se encargaron nuevos juguetes (Fig. 21 medio, Fig. 21 dcha.), hubo que cambiar el fondo del juego original para que cupieran las nuevas siluetas (Fig. 21 izda.).





Figura 21: Nuevo escenario del juego de las siluetas (izquierda) y nuevos juguetes de animales (medio y derecha).

### Juego del supermercado

Se hicieron dos nuevas versiones del supermercado (utilizando el editor de KitVision) que entrenaran la memoria:

- Supermercado.memoria: una vez se listan los alimentos que hay que meter en el carrito, los pictogramas de los alimentos pedidos desaparecen del fondo, por lo que el niño tiene que recordar qué alimentos le han pedido que coloque en el carrito.
- Supermercado.secuencia: la situación es la misma que en la versión de “Supermercado.memoria” pero en este caso tienen que recordar en qué orden les han pedido los alimentos además de qué alimentos les han pedido.

Como en el caso del resto de actividades, se pidieron nuevos juguetes para esta actividad (Fig. 22).

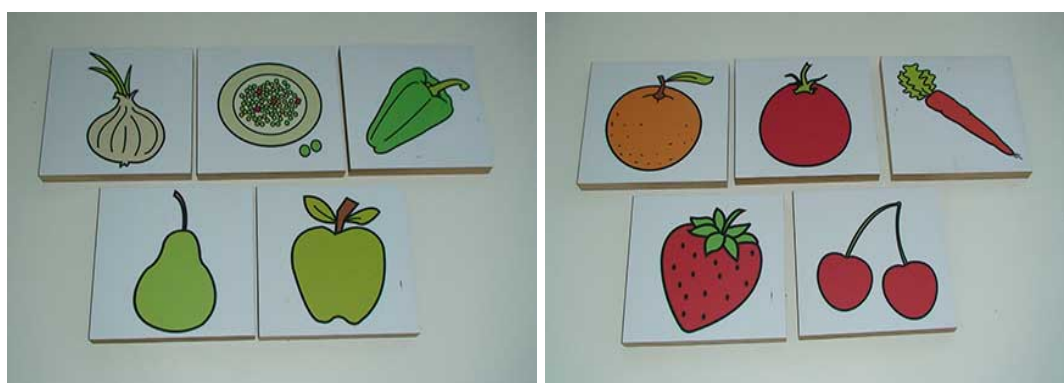


Figura 22: Nuevos juguetes de los alimentos para el juego del supermercado.

### Tangram

En el juego del tangram se añadieron tres figuras nuevas: un barco, un pato y una casa (Fig. 23). También se creó un nivel intermedio de la actividad utilizando el editor de KitVision (Fig. 24 izda.). Hay que concretar que se tuvieron que añadir las tres nuevas figuras a los niveles fácil y difícil ya existentes además de al nivel medio. Como en los casos anteriores, se encargaron piezas nuevas de madera y vinilo para sustituir los juguetes anteriores (Fig. 24 dcha.).



Figura 23: Nuevas figuras añadidas al juego del tangram: el barco (izquierda), el pato (medio) y la casa (derecha).

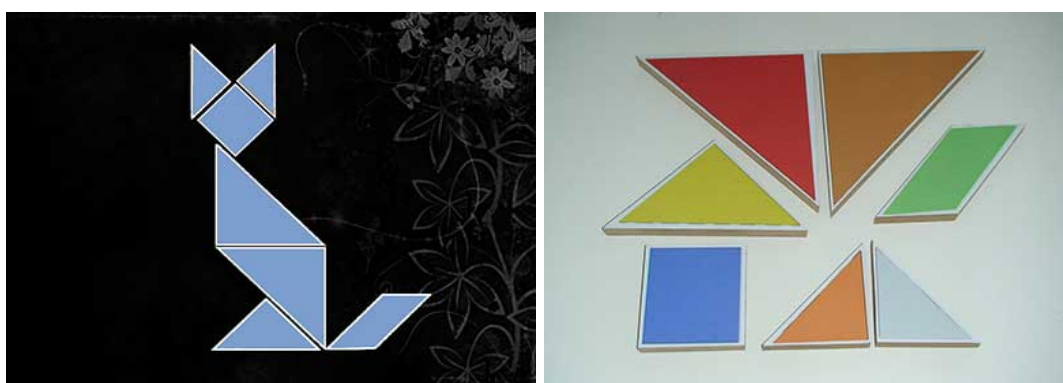


Figura 24: Figura del gato como ejemplo del nivel medio añadido (izquierda) y nuevos juguetes (derecha).

### 3.1.5. Nuevas evaluaciones

Una vez se completó la modificación de las actividades y se instalaron los cambios en el tabletop del Centro Base I, se organizaron sesiones de evaluación centradas en la valoración de las actividades modificadas. La metodología que se siguió fue la misma que la ya comentada en el apartado 3.1.3. En las sesiones de evaluación participaron 8 niños y 4 terapeutas (1 logopeda y 3 terapeutas psicomotrices). El perfil de los pacientes que participaron en la sesión se puede ver en la tabla 4.

Id.	Sexo	Edad	Trastorno
1	H	2 años	Retraso cognitivo y problemas de localización espacial.
2	H	2 años y 6 meses	Retraso psicomotor.
3	H	4 años	Retraso Simple del Lenguaje.
4	H	4 años casi 5	Torpeza en motricidad gruesa y déficit de atención.
5	H	3 años	Déficit de atención y problemas sociales
6	H	5 años	Retraso cognitivo y psicomotor generalizado.
7	H	3 años	Problemas de estabilidad y motricidad fina.
8	M	4 años	Retraso psicomotor.

Tabla 4: Tabla con los datos de los pacientes que participaron en la segunda tanda de sesiones de evaluación.

Las actividades que se probaron en estas sesiones de evaluación están recogidas en la tabla 5, donde se puede observar que se hizo especial énfasis en probar las actividades con mayores modificaciones (el juego de las siluetas, las distintas versiones del juego del supermercado y las nuevas figuras y nivel del tangram).

Id.	Abejas	Pescar	Comecocos	Siluetas	Super	Tangram
1				X		X
2				X		X
3					X	X
4	X	X	X	X		X
5	X			X	X	X
6	X			X		
7		X			X	X
8			X		X	X

Tabla 5: Tabla con la relación entre los pacientes que participaron y las actividades que se evaluaron en la segunda tanda de sesiones de evaluación.

En cuanto a los resultados, todos los psicomotricistas se mostraron satisfechos con los cambios añadidos, especialmente con las nuevas versiones del supermercado y las nuevas figuras y nivel del tangram. El botón de repetición en el juego de pescar también fue un cambio que tuvo mucho éxito dado que les facilitaba el utilizar la actividad con los pacientes. A los niños también les gustaron los cambios que se hicieron, especialmente los nuevos juguetes y la ampliación del juego de las siluetas.

### 3.1.6. Conclusiones

En la primera fase de este trabajo de fin de grado se instaló un tabletop NIKVision (Anexo D) en el Centro Base I del IASS en Zaragoza y se seleccionó un conjunto de actividades (apartado 3.1.2 y Anexo C) para instalar en el mismo. Tras las primeras sesiones de evaluación (apartado 3.1.3) se aplicaron una serie de modificaciones y ampliaciones a las actividades (apartado 3.1.4) y se hizo un contrato con la empresa *tresEnCaja* para la fabricación de juguetes nuevos (Anexo E), tras lo cual se hizo una evaluación final (apartado 3.1.5). En la figura 25 izda. se puede ver el aspecto final de la sala donde se desarrollan actividades con el tabletop en el Centro Base I del IASS. También se generó un cartel para ayudar a los terapeutas a manejar más fácilmente el tabletop (Fig. 25 dcha.).

Una vez seleccionadas las actividades, se procedió a su instalación y, si bien se acabó seleccionando un conjunto de juegos que abarcaban trastornos muy diversos (el fontanero para problemas de motricidad y lateralidad cruzada o el tangram para entrenar la localización espacial, por ejemplo) los dos logopedas comentaron que no había ninguna actividad que les permitiera ayudar a tratar retrasos lingüísticos severos: si bien el juego del supermercado puede ayudar a tratar el Retraso Simple del Lenguaje diciendo los nombres de los alimentos (o incluso el juego de las siluetas imitando los sonidos de los animales), éstas no son actividades que estén enfocadas específicamente al tratamiento de los trastornos del habla.

Por último, los terapeutas expresaron varias veces durante las sesiones de evaluación el hecho de que era una pena que no pudieran tomar notas de las acciones que realizaba el niño durante las sesiones con el tabletop así como de sus resultados en las actividades (para luego poder evaluar el progreso de cada paciente) puesto que tenían que estar pendientes de ayudar al niño a utilizar el tabletop (seleccionando las actividades más adecuadas para cada uno, dándoles los juguetes, explicando las actividades).

Fueron estas dos últimas observaciones las que llevaron a la siguiente fase este trabajo de fin de grado: el diseño de una nueva actividad de logopedia (apartado 3.2 y subapartados) y la generación del sistema de logs para los terapeutas (apartado 3.3 y subapartados).



Figura 25: Vista final de la sala con el tabletop del Centro Base I del IASS (izquierda) y cartel diseñado para dicho centro (derecha).

### 3.2. Creación de una nueva actividad de logopedia

#### 3.2.1. Proceso del diseño de la nueva actividad

Durante la fase de adaptación de actividades para niños de atención temprana, se detectó una carencia en las actividades propuestas (apartado (3.1.6)): si bien los valores terapéuticos de las actividades abarcaban trastornos muy diversos (problemas de motricidad fina y gruesa, trastornos de atención, retraso cognitivo) no había ninguna actividad específica dedicada a la logopedia. Por tanto, se decidió diseñar una nueva actividad centrada en tratar trastornos y patologías del lenguaje. El proceso que se siguió para diseñar esta nueva actividad fue el siguiente:

1. Realización de un estado del arte de la tecnología tangible y logopedia (apartado 3.2.2).
2. Diseño de una actividad original para el tabletop NIKVision (apartado 3.2.3).
3. Implementación de los cambios necesarios en el Player de KitVision para hacer posible la nueva actividad (apartado 3.2.4).
4. Evaluación de la nueva actividad para detectar problemas y encontrar mejoras (apartado 3.2.5).
5. Implementación de los cambios pertinentes (apartado 3.2.6).
6. Evaluación final de la nueva actividad (apartado 3.2.7).

#### 3.2.2. Estado del arte: tecnología tangible y logopedia

La logopedia es la disciplina encargada de los trastornos y patologías del lenguaje en la que se trabaja para mejorar la comunicación oral y escrita de los pacientes que precisan ese tipo de intervención, ya sea por trastornos auditivos, fonatorios, orgánicos, de discapacidad mental, o de otro tipo de patologías que implican dificultades en la adquisición, desarrollo o perturbaciones del lenguaje [RE16].

La relación entre la logopedia y la tecnología táctil es bastante estrecha, existiendo un gran número de aplicaciones dedicadas al tratamiento de trastornos del lenguaje de distintos tipos [ASDC16]. En cuanto al tratamiento de trastornos lingüísticos utilizando tecnología tangible, se suele aplicar la terapia utilizando como medio el “storytelling”, siendo éste el arte interactivo de utilizar palabras y acciones para revelar los elementos e imágenes de una historia a la vez que se anima al oyente a utilizar su imaginación [NSN15]. Sus principales características son:

1. Es interactivo.
2. Utiliza palabras.
3. Utiliza acciones como vocalización, movimiento físico o gestos.
4. Presenta una historia.
5. Anima a los oyentes a ejercitar su imaginación.

En el área de interfaces tangibles y storytelling los trabajos más destacados son los de Cristina Sylla, de la Universidad de Minho, los cuales se van a detallar a continuación.

En 2011 [SBC11] se habla de *TOK*, una plataforma tangible donde los niños pueden crear sus propias historias colocando tarjetas con dibujos, recolocándolas hasta que sean capaces de crear secuencias con sentido e historias (Fig. 26). El prototipo tiene forma de libro con dos páginas y un conjunto de tarjetas dibujadas en papel que pueden representar personajes, lugares o acciones. Cuando las tarjetas se colocan en las ranuras se oye un audio que describe la oración formada y se dispara una animación en el ordenador relacionada con ella.



Figura 26: Dispositivo *TOK* (izquierda) y niños probando el juego (derecha).

En 2012 [SBG12] se describen los *t-books*, una evolución del *TOK* explicado antes. El *t-book* es un kit de herramientas para hacer storytelling consistente en una plataforma electrónica, un libro con ranuras y un conjunto de tarjetas con dibujos que los niños pueden colocar en el libro para interactuar y explorar la narrativa (Fig. 27 izda.). El libro se coloca en la plataforma electrónica que a su vez se conecta al ordenador mediante un USB. Las ranuras del libro están colocadas de tal manera que permiten el contacto directo de las cartas con la plataforma electrónica que está debajo. Cuando se produce el contacto, un microcontrolador reúne los datos de las tarjetas y manda la información al ordenador, por lo que dependiendo de las cartas que los niños hayan elegido se producen diferentes animaciones y audio en el ordenador (Fig. 27 dcha.).



Figura 27: Dispositivo *t-book* (izquierda) y niños probando el juego (derecha).

Ese mismo año [SGC12] se hizo una versión mejorada del dispositivo (Fig. 28) que incluye lo que llaman un “motor de historias”, implementado sobre un motor de juegos Unity y desarrollado en base a árboles de comportamiento. Cada entidad de la escena tiene su propio árbol de comportamiento que define las acciones de ese elemento. Cuando los niños colocan bloques en la plataforma, el árbol de comportamiento toma los datos de las entidades presentes. El comportamiento provocado por cada entidad depende del resto de entidades que también están en la escena y de sus propiedades.





Figura 28: Dispositivo mejorado *t-book* (izquierda) e imágenes de una de las historias desarrolladas con el mismo (derecha).

En 2013 [SGC13] se crea *t-words* (de “*tangible words*”) para actividades de lenguaje y de story-telling. *t-words* es una interfaz consistente en bloques rectangulares (Fig. 29) en los que los niños pueden grabar y luego escuchar audio. Los bloques pueden conectarse juntos lo que hace que el audio se reproduzca secuencialmente, de tal manera que reordenando los bloques se puede reordenar el audio grabado.



Figura 29: Dispositivo *t-words* (izquierda) y niños probando el juego (derecha).

En 2015 [DSB15] y siguiendo en la misma línea de trabajo que en los anteriores artículos, se habla de *t-stories*, una mejora de *t-words*. El sistema de *t-stories* está compuesto por diez módulos cliente y un módulo servidor, cada uno de los cuales tiene una ranura en la parte superior para colocar cartas de papel y una superficie para dibujar en la parte de abajo. Los módulos cliente tienen imanes a los lados para poder conectarse entre ellos y al módulo servidor. Con *t-stories* (Fig. 24) se pueden crear historias a partir de las tarjetas con elementos dibujados o grabar audio y después reproducirlo en orden secuencial de izquierda a derecha.

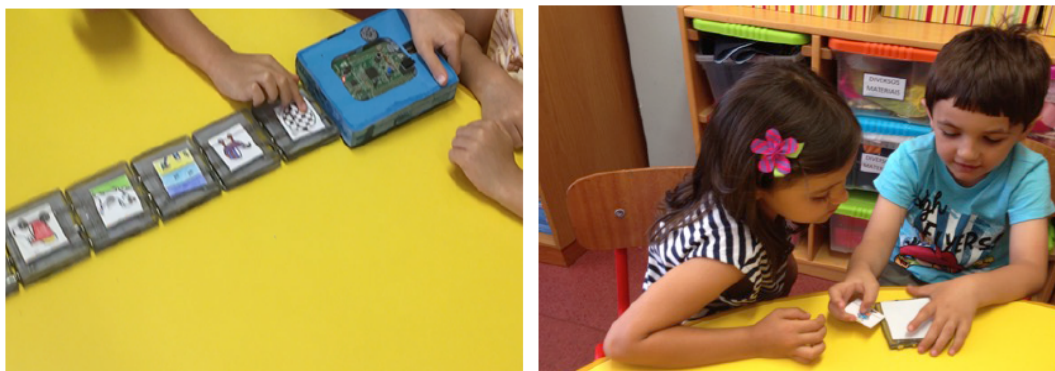


Figura 30: Dispositivo *t-stories* (izquierda) y niños jugando con dicho dispositivo (derecha).

Otros trabajos distintos a los de Cristina Sylla incluyen los de la Universidad Nacional de Singapur [ZCP04] que crearon el dispositivo *Magic Story Cube* (Fig. 31 izda.) el cual aplica un simple modelo de transiciones para hacer una actividad tangible de storytelling. En *Magic Story Cube*, segmentos de audio y de animación 3D específicos son reproducidos siguiendo una secuencia predeterminada cuando el usuario desenvuelve el cubo de una manera concreta (Fig. 31 dcha.).

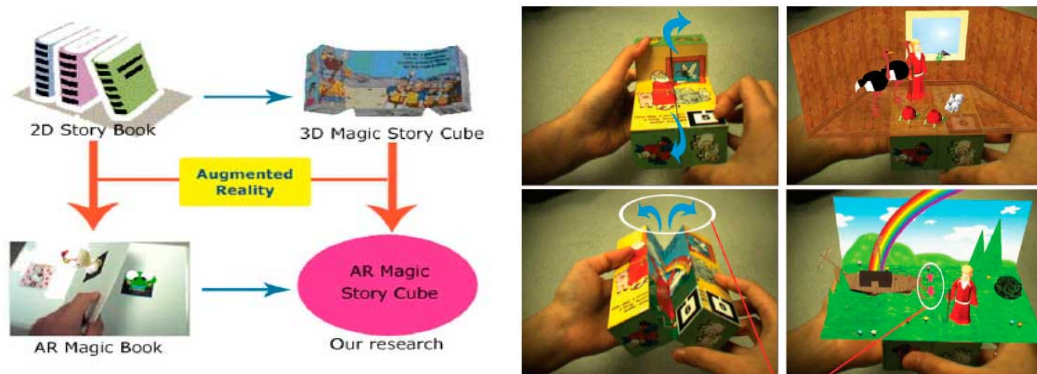


Figura 31: Composición de *Magic Story Cube* (izquierda) y ejemplo real del dispositivo (derecha).

Tras haber investigado cómo se aplica la tecnología tangible al tratamiento de trastornos lingüísticos se puede concluir que la aproximación más utilizada es a través del storytelling y dentro de esta aproximación, apenas se han hecho investigaciones en el uso de tabletops tangibles para hacer dichas actividades.

### 3.2.3. Diseño de la nueva actividad

Se concertó una primera entrevista con los logopedas del Centro Base I del IASS para recoger información sobre qué actividades realizaban ellos de manera tradicional que pudieran servir de idea para concretar cómo sería la nueva actividad. Nos hablaron de tres tipos principales de actividades de logopedia:

- Familias de palabras: se le dan una gran cantidad de tarjetas al niño en las que aparecen dibujados distintos elementos (alimentos, animales...). El niño tiene que poner en el mismo montón las tarjetas que representan objetos de la misma familia.
- Descripción de escenarios: se le da al niño una tarjeta en la que aparece representada una escena de la vida cotidiana (una fiesta de cumpleaños, una comida en familia) y el niño tiene que describirla lo más detalladamente que pueda.
- Trabajo con preposiciones: en este caso no se utiliza ningún elemento extra, simplemente se le dicen frases al niño en voz alta pero sin decir la preposición y el niño tiene que completar el hueco correctamente.

Una vez analizado todo lo anterior se decidió que la nueva actividad para el tabletop NIKVision sería un juego de storytelling modificado para que integrara el uso de preposiciones que utilizan los logopedas durante sus sesiones. El desarrollo de la nueva actividad sería el siguiente:

1. Al niño se le presentan varias frases de un cuento en las que falta una preposición.
2. El niño tiene que elegir qué preposición hay que poner en el hueco para completar la frase correctamente.
3. Si se elige la preposición correcta, aparece una imagen que representa lo que se dice en la frase como premio.
4. Si el niño completa correctamente frases diferentes, las imágenes que le aparecerán de premio serán diferentes, por lo que aunque haya una sola historia, el niño puede jugarlo varias veces completando frases distintas para llegar a ver todas las imágenes diferentes relacionadas con la historia.

Se descartó la idea de que los niños pudieran crear su propia historia de cero puesto que el valor terapéutico no estaba claramente definido y resultaba una tarea demasiado complicada para niños con necesidades especiales y de atención temprana. Sin embargo, al utilizar las preposiciones se creaba una actividad con valor terapéutico definido (tratar el Retraso Simple del Lenguaje) combinando además el hecho de que la dinámica es similar al trabajo de logopedia que los niños hacen con los terapeutas de manera tradicional. También se descartó la idea de que los niños pudieran grabar su propio audio (como también ocurre en los trabajos de Cristina Sylla) porque la mayoría de niños con problemas de atención temprana tienen grandes dificultades para hablar. Se decidió que las características generales de la nueva actividad serían las siguientes:

- **Objetivo del juego:** el objetivo del juego es completar las frases presentadas con la preposición correcta.
- **Elementos virtuales y físicos:** los elementos virtuales son las frases que hay que completar así como las imágenes que se desbloquean al completarlas correctamente. Los elementos físicos son juguetes que representan las preposiciones.
- **Valor terapéutico:** el juego está pensado para utilizarse de forma complementaria a las sesiones de logopedia donde se tratan trastornos en el desarrollo lingüístico en general y Retraso Simple del Lenguaje en particular. Concretamente, tiene la finalidad de ayudar al niño a entender cómo usar las preposiciones más corrientes.

Una vez decidida la idea general del juego, se procedió a decidir la historia en la que estaría basada la actividad. Se decidió utilizar un cuento ya existente ya que crear uno propio provocaría una cantidad desmesurada de trabajo de diseño. Además, se decidió utilizar un cuento de dominio público para evitar problemas de copyright. El cuento que se decidió utilizar fue “The Wonderful Wizard of Oz” (Fig. 32) escrito por L. Frank Baum e ilustrado por W. W. Denslow en el año 1900 [CL16].

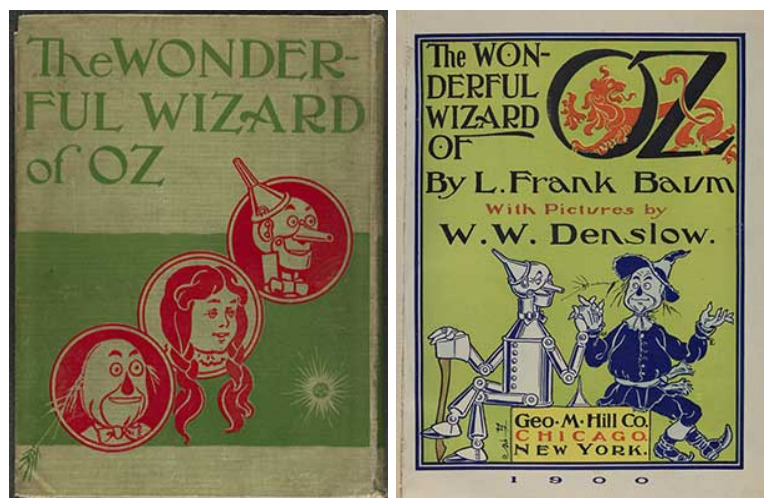


Figura 32: Portada (izquierda) y página inicial (derecha) de “The Wonderful Wizard of Oz” escrito por L. Frank Baum e ilustrado por W. W. Denslow en el año 1900.

El último elemento a tener en cuenta en el diseño de la nueva actividad fueron los objetos tangibles asociados, es decir, los juguetes representando las preposiciones que el niño tendría que colocar para completar las frases. Se consultó a los logopedas del Centro Base I qué preposiciones trabajaban diariamente con los niños y se hicieron tarjetas tangibles de las cinco preposiciones que nos indicaron:

- **A:** dirección.
- **DE:** desde, pertenencia.
- **CON:** compañía, uso.



- **PARA:** efecto.
- **EN:** lugar.

Además del nombre de las preposiciones, se determinó que en los objetos tangibles de las preposiciones tendría que aparecer algún tipo de dibujo explicativo para que los niños que no supieran leer pudieran jugar a la actividad. Se decidió utilizar pictogramas de ARASAAC (siglas de *Aragonese Portal of Augmentative and Alternative Communication*) [ARASAAC16] ya que son los que normalmente se utilizan con niños con necesidades especiales. El diseño de las tarjetas con la preposiciones se puede ver en las figuras 33 y 34.

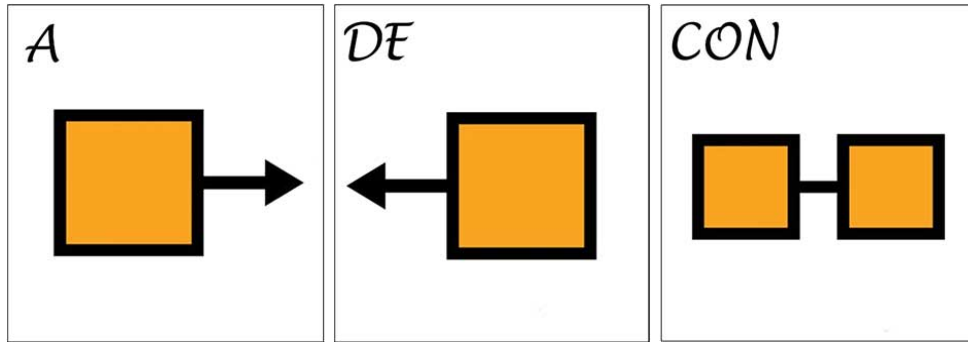


Figura 33: Juguetes de las preposiciones “a”, “de” y “con” con los pictogramas de ARASAAC.

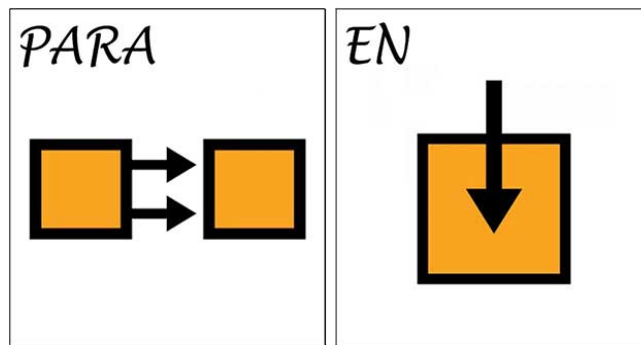


Figura 34: Juguetes de las preposiciones “para” y “en” con los pictogramas de ARASAAC.

Una vez se tuvo diseñado el guión y los elementos tangibles de la nueva actividad, se concertó una segunda cita con los dos logopedas del Centro Base I para realizar una sesión de *focus group*. El *focus group* (también llamado “grupo de discusión dirigido”) [IPO12] es una modalidad de entrevista en grupo con un objetivo preciso que suele hacerse cuando ya se tiene una idea previa obtenida por estudios de mercado, técnicas de observación, técnicas de indagación... El método que se sigue es el siguiente:

- Se prepara previamente un guión (tema, implicados...).
- Se reúnen de 3 a 6 usuarios para discutir aspectos de la aplicación.
- Permite capturar reacciones espontáneas e ideas que evolucionan en el proceso dinámico del grupo.

En este caso, el objetivo era refinar la nueva actividad de logopedia a implementar, el guión fue pensado y redactado por la autora de este trabajo y los participantes fueron los logopedas del Centro Base I y la mencionada autora. Las actividades que se realizaron durante esta sesión de *focus group* fueron:

- Revisar el vocabulario que se utilizaba en las frases y cambiar algunas palabras por otras que resultaran más familiares a los niños (“leña” por “madera”, por ejemplo).

- Revisar que el uso de las preposiciones en las frases fuera claro y no diera lugar a confusión.

Los logopedas expresaron su satisfacción por la actividad pero también indicaron pequeñas modificaciones a hacer en la misma: aparte de pequeños cambios en el guión (como se ha comentado arriba) ambos logopedas comentaron que los pictogramas de ARASAAC eran demasiado confusos y que los niños del centro no los entenderían.

Tras el *focus group*, se aplicaron los cambios decididos durante la reunión al guión de la nueva actividad y se procedió a buscar una alternativa a los pictogramas de ARASAAC. Se decidió utilizar un personaje animado y objetos asociados a él como sustituto de las impersonales cajas que utiliza ARASAAC. Se eligió adrede un personaje animado sin relación al cuento elegido ya que los juguetes de las preposiciones tienen que ser genéricos para cualquier historia de storytelling que se haga en el futuro. Además, se tuvo en cuenta la naturaleza dual de las preposiciones “de” (significando “desde” y pertenencia) y “con” (significando compañía y uso), algo que tampoco se tiene en cuenta en los pictogramas antes utilizados. Los nuevos diseños de los juguetes de las preposiciones se pueden ver en las figuras 35 y 36.



Figura 35: Juguetes de las preposiciones “a”, “de” y “con” con los pictogramas nuevos.

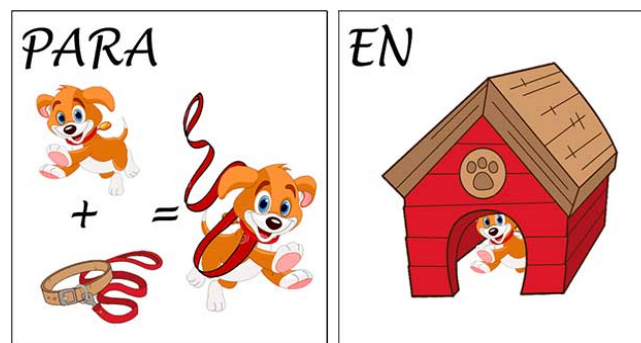


Figura 36: Juguetes de las preposiciones “para” y “en” con los pictogramas nuevos.

### 3.2.4. Implementación de la nueva actividad

En la sección de documentación (apartado 2.1) se habló del Player y el editor KitVision como los principales elementos para implementar nuevas actividades para el tabletop NIKVision y ambos elementos están explicados con más detalle en el Anexo B. Las características de las actividades que se pueden crear con estos elementos son:

- Las tareas de las que consta una actividad son secuenciales y en un solo sentido: cuando una tarea se haya completado correctamente se pasará a la inmediatamente posterior.
- Las tareas tienen áreas asociadas en las que hay que colocar fiduciales (identificadores) correctos: sólo si se han rellenado todas las áreas con los fiduciales correctos será considerada correcta la tarea y se pasará a la siguiente.

La nueva actividad de storytelling, sin embargo, se basa en árboles de decisión: dada una tarea, puede haber varios fiduciales correctos pero sólo hay que poner uno de ellos para que se salte a la siguiente tarea. Además, la tarea a la que se salte no será la inmediatamente posterior sino que será una tarea cualquiera que dependerá del fiducial correcto que se haya colocado. Para hacer posible que el tabletop NIKVision ejecute este nuevo tipo de actividad hay que modificar la implementación del Player de KitVision para que permita:

- Ampliar la sintaxis actual de los XML para que expresen la toma de decisiones.
- Interpretar los cambios hechos en el XML y asignarles un comportamiento que luego se reflejará en el tabletop.

La estructura del Player se puede ver en la figura 37.

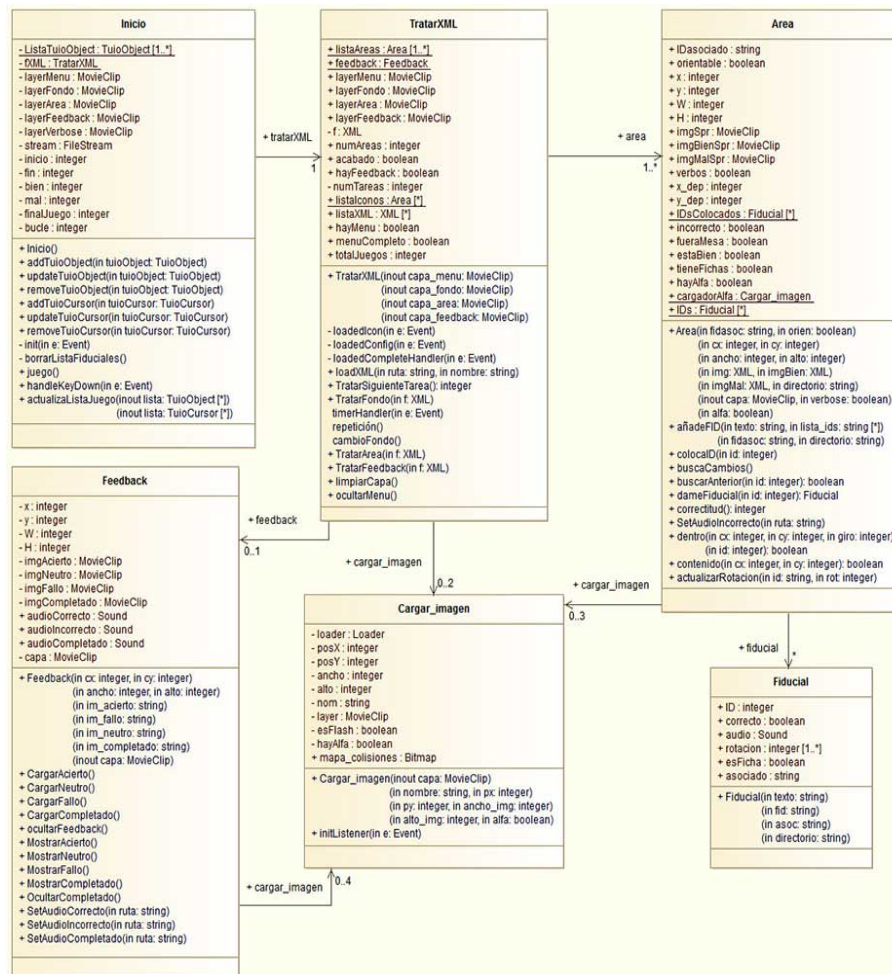


Figura 37: Diagrama de clases del Player de KitVision.

Las dos clases que tuvieron que modificarse fueron *TratarXML* y *Inicio*.

### Modificaciones en la estructura de los XML:

Primero se pensó cómo había que modificar la sintaxis actual de los XMLs para que fuera sencillo añadir la toma de decisiones a la misma. Se decidió añadir los siguientes campos:

- “eleccion”: campo asociado a una tarea que puede tomar los valores “si” (indicando que en el juego se van a tomar decisiones) o “no” (indicando que el juego será secuencial).

- “siguiente”: campo asociado a un área que sólo tiene sentido si se ha puesto el valor del campo “eleccion” a “si”. Su valor es el nombre de la tarea a la que se va a saltar una vez se complete correctamente el área. La tarea de la cual se pone el nombre puede ser una tarea anterior o posterior a dicha área. Si el valor de “siguiente” es “finJuego” indica que tras completar correctamente esa área el juego se acaba.

La estructura ampliada de los XMLs de los juegos se puede ver en la figura 38.

```
<juego>
  <verbose valor="si/no"/>
  <tarea nombre="nombreTarea" eleccion="si/no">
    <fondo>
      <color rgb="rrggbb"/>
      <icono path="carpeta/nombreFichero"/>
      <imagen path="carpeta/nombreFichero" cambiar="si/no" tiempo="num_segundos"/>
      <imagen2 path="carpeta/nombreFichero" />
      <sonido path="carpeta/nombreFichero.mp3" cambiar="si/no" tiempo="num_segundos"/>
    </fondo>
    <area nombre="nombreArea" alaprimer="si/no" siguiente="nombreTarea">
      <posicion alfa="si/no" x="[num]" y="[num]" ancho="[num]" alto="[num]"/>
      <fid id="[num1,...numN/*]" orientable="ang1,ang2,..." correcto="si/no" sonido="carpeta/nombreFichero.mp3"/>
      <fid id="[num1,...numN/*]" orientable="ang1,ang2,..." correcto="si/no" sonido="carpeta/nombreFichero.mp3"/>
      <imagen path="carpeta/nombreFichero" x="[num]" y="[num]" ancho="[num]" alto="[num]"/>
      ...
    </area>
    ...
  </feedback>
  <pos x="[num]" y="[num]" ancho="[num]" alto="[num]"/>
  <imagen_acierto path="carpeta/nombreFichero"/>
  <imagen_fallo path="carpeta/nombreFichero"/>
  <imagen_neutro path="carpeta/nombreFichero"/>
  <sonido_acierto path="carpeta/nombreFichero.mp3"/>
  <sonido_fallo path="carpeta/nombreFichero.mp3"/>
  <sonido_completado path="carpeta/nombreFichero.mp3"/>
</feedback>
</tarea>
...
</juego>
```

Figura 38: Sintaxis ampliada de los XMLs de las actividades.

### Modificaciones en la clase *TratarXML*:

La clase *TratarXML* se encarga del tratamiento de información del fichero XML de la actividad junto con su inicialización a través de un menú por pantalla con iconos de las actividades. Se ha modificado la función *TratarSiguienteTarea*, encargada de indicar la siguiente tarea a ejecutar. Dicha función se ha ampliado para que permita saltar a tareas que no sean la inmediatamente posterior a la que está siendo tratada y así se puedan crear juegos con toma de decisiones:

```
...
// Buscamos la siguiente tarea
if (saltamosTarea) {
  contTareas++;
  // Si es la ultima devolvemos cero
  if (contTareas>numTareas) return 0;
  // Guardamos en la variable fTask la siguiente tarea definida en el XML
  var i:int=0;
  for each (var task:XML in f..tarea) {
    i++;
    if (contTareas==i) fTask=task;
  }
}
else {
  if (siguienteTarea=="finJuego") return 0;
  var i:int=0;
  for each (var task:XML in f..tarea) {
```

```

        if (nombreTareas[i]==siguienteTarea) fTask=task;
        i++;
    }
}
...

```

---

### Modificaciones en la clase *Inicio*:

La clase *Inicio* es la encargada de realizar la ejecución de la herramienta apoyándose principalmente en la clase *TratarXML*. Se añadió la variable booleana “sigo” que indica si hay que seguir un análisis secuencial de las tareas o no en función de si la actividad descrita en el XML contiene o no decisiones. Esta detección se hace dentro de la función *juego*, donde se analiza el resultado devuelto por la función *TratarSiguienteTarea* explicada en el subapartado anterior:

```

...
if (fXML.TratarSiguienteTarea()>0) {
    finalJuego=0;
    sonido_acabado=false;
    sigo=true;
}
...

```

---

La otra función que tuvo que modificarse en esta clase fue *actualizaListaJuego*, que constituye el bucle principal del Player y analiza su correctitud en función de los fiduciales que se han reconocido sobre el tabletop y sus áreas asociadas. En caso de que el juego que se esté desarrollando en ese momento sea de tipo decisional (algo que se sabe gracias a la variable “sigo” que ya se ha encargado antes de determinar qué tipo de juego se está tratando), basta con que se haya rellenado con el fiducial correcto una sola de las áreas (no como en el caso de los juegos secuenciales en los que habría que detectar que todas las áreas tienen asociados sus correspondientes fiduciales correctos):

```

...
if (sigo) {
    // Actualizamos el estado del juego
    if ((estadoArea==0) && (estadoJuego!=-1)) estadoJuego=0;
    if (estadoArea==-1) estadoJuego=-1;
    if (estadoArea==2) estadoJuego=0;
    if (estadoArea==0 && fXML.listaAreas[i].soloIncorrectos) area++;
    if (estadoArea==1) {
        area++;
        // Si el area es correcta y es un area que tiene fiduciales (no unicamente un area
        // con imagen) consideramos el juego correcto (como si se hubiera hecho una
        // eleccion)
        if (fXML.fTask.@eleccion=="si" && fXML.listaAreas[i].IDs.length) {
            sigo=false;
            fXML.siguienteTarea=fXML.listaAreas[i].siguiente;
            fXML.saltamosTarea=true;
            estadoJuego=1;
        }
    }
}
...

```

---

### 3.2.5. Evaluación inicial de la nueva actividad

#### Metodología

Una vez se acabó de implementar la nueva actividad, se hizo una evaluación inicial para detectar problemas y sugerir mejoras de la misma. La metodología de la evaluación inicial de la actividad de

storytelling fue la misma que la que se siguió en la evaluación inicial que se hizo de las actividades instaladas en el tabletop del centro (apartado 3.1.3) sólo que, en vez de durante una semana, sólo se invirtió un día en ella (ya que sólo había que evaluar una actividad y no siete): un día de la semana se concertó una cita con los logopedas del Centro Base I y se realizaron dos sesiones de aproximadamente 20 minutos con dos de sus pacientes, cuyas características pueden verse en la tabla 6.

Id.	Sexo	Edad	Trastorno
1	H	6 años	Retraso cognitivo generalizado, incluyendo Retraso Simple del Lenguaje.
2	H	4 años	Retraso Simple del Lenguaje.

Tabla 6: Tabla con los datos de los pacientes que participaron en la evaluación inicial de la nueva actividad.

### Resultados

Al principio los niños no entendían bien el juego pero una vez que los logopedas les explicaban el uso de las preposiciones (ayudándose de las imágenes de las tarjetas) y les leían en voz alta las frases, empezaron a comprender la mecánica del mismo y a completar correctamente las frases. Cuando se habló con los terapeutas sobre su opinión de la actividad, ambos dijeron que les parecía una actividad muy útil como complemento a sus sesiones de logopedia. Las mejoras que se propusieron fueron:

- En el audio de las frases completadas, los logopedas pidieron que se dijera en tono bastante más alto la preposición respecto al tono usado en el resto de la frase.
- Añadir un botón de “hacia atrás” para poder repetir varias veces una misma decisión o tomar una nueva.

#### 3.2.6. Realización de cambios en la nueva actividad

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior se pidieron dos cambios a la actividad actual: la grabación de nuevos audios y la inclusión de un botón de “hacia atrás”. En cuanto al primer cambio, bastó con volver a grabar los audios diciendo en tono más alto las preposiciones respecto al que se usaba en los audios anteriores. En cuanto al segundo cambio, no hubo que modificar el código del Player ya que el actual permitía saltos entre cualquier tipo de tarea (como ya se comentó en el apartado 3.2.4). Respecto al funcionamiento inicial de la actividad de storytelling (Fig. 39), se añadió en cada imagen de premio (aquellas que no contienen texto) un botón de “hacia atrás” que al ser pulsado permite volver a la decisión anterior para tomar la misma decisión de nuevo o para tomar otra distinta. El flujo actual de la actividad de storytelling puede verse en la figura 40.

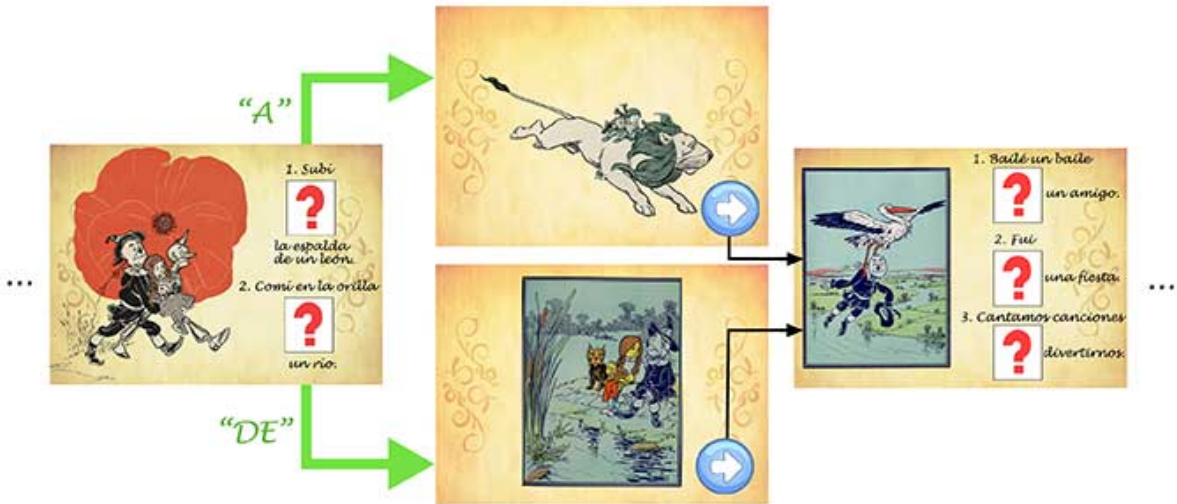


Figura 39: Esquema del funcionamiento inicial de la actividad de storytelling.



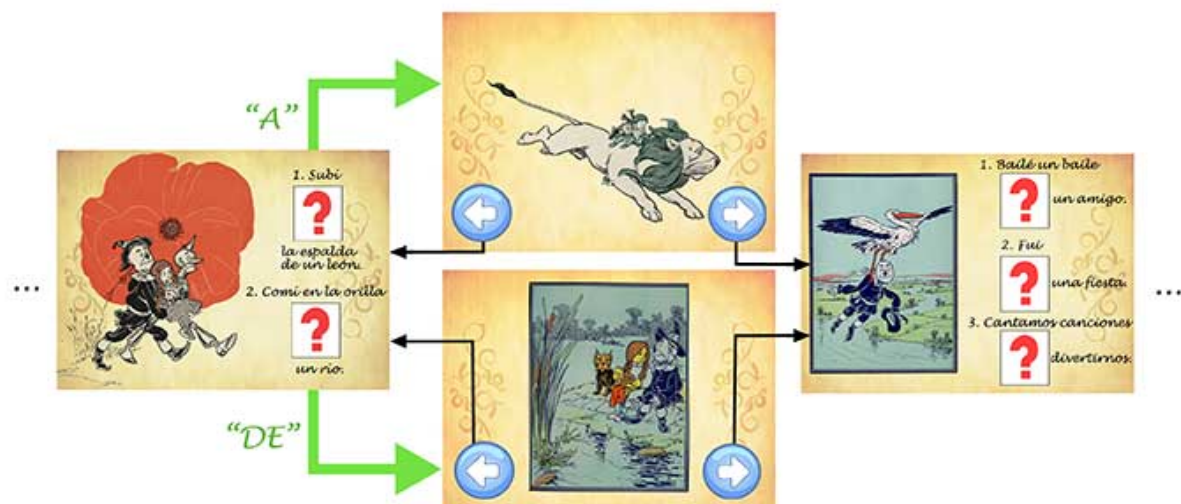


Figura 40: Esquema del funcionamiento actual de la actividad de storytelling.

Por último, igual que en el resto de actividades, se sustituyeron los juguetes originales de papel por otros de madera (Fig. 41) hechos por la empresa *tresEnCaja* siguiendo el proceso detallado en el Anexo E. Además se añadió un nuevo juguete que representa los botones de “hacia adelante” y “hacia atrás” para poder navegar entre las decisiones de la actividad.



Figura 41: Juguetes finales de la actividad de storytelling (izquierda) y fiduciales de dichos juguetes (derecha).

### 3.2.7. Evaluación final de la nueva actividad

#### Metodología

Tras la realización de cambios en la actividad de logopedia y su instalación en el tabletop del Centro Base I, se concertaron una serie de sesiones de evaluación con los dos logopedas del centro para evaluarla. La metodología que se siguió fue la misma ya descrita en el apartado 3.1.3, con la diferencia de que, dado que se iba a evaluar exclusivamente la actividad de storytelling, sólo participaron los dos logopedas del centro (no todos los terapeutas) y los niños que participaron todos tenían trastornos en el desarrollo lingüístico (ya fuera por causa de un retraso cognitivo, Retraso Simple del lenguaje u otros). Los detalles sobre los pacientes que participaron en estas sesiones de evaluación pueden verse en la tabla 7.

<b>Id.</b>	<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Trastorno</b>
1	H	2 años	Retraso cognitivo y problemas de localización espacial.
2	H	2 años y 6 meses	Retraso Simple del Lenguaje.
3	H	4 años	Retraso Simple del Lenguaje.
4	H	4 años casi 5	Problema neurológico (dificultades en el habla) y problemas sociales
5	H	4 años	Retraso Simple del Lenguaje e hipotomía (retraso motor severo).
6	H	5 años	Retraso cognitivo.
7	H	6 años	Retraso cognitivo generalizado, incluyendo Retraso Simple del Lenguaje.
8	H	4 años	Retraso Simple del Lenguaje.

Tabla 7: Tabla con los datos de los pacientes que participaron en las sesiones finales de evaluación de la nueva actividad.

## **Resultados**

De manera similar a la anterior evaluación, había algunos niños a los cuales los logopedas tenían que explicarles (con ayuda de los dibujos) qué significaban las preposiciones (sujetos 1, 2, 6 y 7) aunque el resto reconocían las preposiciones cuando los logopedas se las leían en voz alta. Una vez empezada la actividad, los niños entendían rápidamente la mecánica e incluso repetían las frases que se decían durante la toma de decisiones sin que los logopedas les dieran ninguna indicación. Fue especialmente utilizada por los logopedas la opción de volver hacia atrás una vez tomada una decisión, tanto para tomar decisiones distintas como para repetir la misma decisión y que se repitiera el audio en el que se leía la frase en voz alta. No se detectaron problemas adicionales ni los logopedas hicieron sugerencias para hacer cambios en esta versión de la actividad.

### **3.3. Generación del sistema de logs para los terapeutas**

En el apartado 3.1.6 se comentó que los terapeutas echaban en falta la generación de algún tipo de informe que les permitiera estudiar con posterioridad el desarrollo de las sesiones con el tabletop. Fue a raíz de estas observaciones que se decidió implementar un sistema de logs para los terapeutas. A partir de la experiencia de evaluación con los terapeutas se determinaron los requisitos del sistema.

#### **3.3.1. Análisis de requisitos**

Los archivos de log que se generarán tendrán extensión “.log” con la siguiente información:

- Fecha (“dd/mm/aaaa”).
- Hora (“hh/mm/ss”).
- Tiempo jugado (en segundos).
- Número de acciones correctas.
- Número de acciones incorrectas.
- Si el juego se ha acabado o no.

Para guardar la información sobre la identidad del jugador se barajaron distintas posibilidades (hacer una aplicación de identificación de usuarios, poner un menú pero en vez de actividades, con selección de pacientes) y se decidió que la idea más sencilla y flexible era dar a los terapeutas la capacidad de grabar audio. De esta manera, no sólo podrán determinar los propios terapeutas qué datos del paciente consideran relevantes guardar sino que serán capaces de guardar cualquier otro tipo de información que no es posible registrar en los logs de texto (qué juego le gusta más al niño, por ejemplo). Además, sólo podrá grabarse audio desde el menú ya que si se pudiera grabar audio durante las actividades podría interrumpirse la jugabilidad.



Otro punto a tener en cuenta es cómo se pone a disposición de los terapeutas los informes recogidos por el tabletop NIKVision (tanto de texto como de audio). Se decidió que ambos tipos de informes se almacenarán en una carpeta correspondiente a la sesión que se esté desarrollando en ese momento. Llamamos “sesión” al periodo de tiempo que transcurre desde que se enciende el tabletop NIKVision y el paciente empieza a utilizarlo hasta que se apaga. Además, hay que tener en cuenta que en el ordenador del interior de la mesa se irán almacenando carpetas de cada una de las sesiones que se desarrollen en el tabletop. Para evitar que se agote el espacio del ordenador se decidió que, una vez acabada la sesión, su carpeta correspondiente se comprimiría.

En la tabla 8 se recogen los requisitos funcionales que tendrá que cumplir el sistema de logs.

Requisitos	Descripción
R01	El sistema creará automáticamente una carpeta al inicio de cada sesión para guardar los logs.
R02	Los logs de cada sesión se guardarán automáticamente en la carpeta correspondiente a dicha sesión.
R03	La carpeta de logs se comprimirá para ahorrar espacio en memoria y permitir el almacenamiento de una mayor cantidad de sesiones.
R04	La carpeta de logs asociada a la sesión en curso (y sólo la correspondiente a la sesión en curso) se copiará automáticamente al lugar de destino.
R05	La carpeta de logs se descomprimirá automáticamente en el lugar de destino.
R06	Se podrá grabar audio desde el menú del tabletop NIKVision.
R07	El inicio y final de la grabación de audio estará controlada por el usuario.
R08	Se podrán grabar tantos archivos de audio como se quiera.
R09	Los archivos de audio tendrán una extensión de audio estándar.
R10	Los archivos de audio se guardarán en la misma carpeta que el resto de logs de la sesión en curso.

Tabla 8: Tabla con los requisitos funcionales del sistema de logs para los terapeutas.

### 3.3.2. Diseño

En el apartado anterior el requisito R05 establecía que la grabación de audio tenía que tener un principio y un final controlado por el usuario. La decisión de diseño que se tomó fue que la grabación de audio se controlara mediante un selector similar al de menú o al de selección. Los selectores son fichas con fiduciales especiales asociados que permiten realizar acciones sobre el tabletop (volver al menú cuando se está dentro de una actividad, seleccionar un juego desde el menú) pero que no tienen ningún valor de jugabilidad (no tienen el rol de juguete en ninguna actividad). Por tanto, habrá un selector de grabación que funcionará de la siguiente manera: se empezará a grabar audio cuando se ponga el selector especial de grabación sobre la superficie del tabletop cuando se esté en el menú y se dejará de grabar audio cuando se quite el selector especial de grabación de la superficie del tabletop.

El otro aspecto a determinar de lo dicho en el apartado de requisitos es el “lugar de destino” donde se guardarán los logs de cada sesión y que tiene que ser fácilmente accesible para los terapeutas. Hablando con ellos se determinó que la mejor manera de extraer la información era mediante un USB, dado que es una herramienta con la que están familiarizados. Además, el tabletop ya posee desde un principio un puerto USB en un lateral de la mesa que se utiliza cuando los ingenieros quieren actualizar juegos sin necesidad de abrir la tapa del tabletop. La idea (teniendo en cuenta los requisitos del apartado 3.3.1) es que los terapeutas introduzcan un USB en el puerto lateral de la mesa, momento en el cual se copiará automáticamente la carpeta de logs de la sesión al mismo.

### 3.3.3. Implementación

En este apartado se detallan los cambios que hubo que hacer en la clase *Inicio* del Player de KitVision (cuya estructura se puede ver en el apartado 3.2.4) para ampliar la funcionalidad del sistema de logs.

## Extracción de logs para terapeutas

En el bucle principal del Player (la función *actualizaListaJuego*) lo primero que se hace es crear una carpeta dentro de la general de *LOGS* donde se irán metiendo los ficheros de texto y de audio asociados a la sesión. El nombre de esta carpeta tendrá de formato “FechaCreación\_HoraInicioSesión”:

---

```
...
if (creoCarpeta) {
    ...
    // Creamos dentro de la carpeta LOGS una nueva carpeta
    // <FECHA-HOY>__<HORA-COMIENZO-SESION>
    fecha = new Date();
    stringDia = fecha.date + "-" + (fecha.month+1) + "-" + fecha.fullYear;
    if (fecha.hours<10) stringHora = "0" + fecha.hours + "-";
    else stringHora = fecha.hours + "-";
    if (fecha.minutes<10) stringHora = stringHora + "0" + fecha.minutes + "-";
    else stringHora = stringHora + fecha.minutes;

    FechaHoraFolder = logsFolder.resolvePath(stringDia + "__" + stringHora);
    FechaHoraFolder.createDirectory();
    creoCarpeta=false;
}
...
```

---

También se ha creado una nueva función, *actualizarLogsUSB* que permite comprimir en zip la carpeta asociada a la sesión para ahorrar espacio en el ordenador. Además, una vez copiada la carpeta al USB, se descomprime en el mismo para que los usuarios puedan acceder más fácilmente a ella:

---

```
private function actualizarLogsUSB (e:StorageVolumeChangeEvent):void {
    ...
    e.target.removeEventListener(Event.COMPLETE, actualizarLogsUSB);
    destino = e.rootDirectory.resolvePath("");

    if(destino.exists){
        carpeta = new File();
        carpeta = File.desktopDirectory.resolvePath("juegosKitVision" + File.separator +
            "LOGS" + File.separator + stringDia + "__" + stringHora);

        zip = new File();
        zip = File.desktopDirectory.resolvePath("juegosKitVision" + File.separator + "LOGS"
            + File.separator + stringDia + "__" + stringHora + ".zip");

        ...
    }
}
```

---

Por último, dentro del bucle principal del Player, se añade un evento para que cuando se detecte la conexión de un USB, automáticamente se copie en él la carpeta asociada a la sesión mediante la función anterior:

---

```
...
StorageVolumeInfo.storageVolumeInfo.addEventListener
(StorageVolumeChangeEvent.STORAGE_VOLUME_MOUNT,
actualizarLogsUSB);
...
```

---

## Grabación de audio en el tabletop

La implementación de esta nueva funcionalidad consistió en adaptar el código de grabación de audio ya programado durante un proyecto anterior al proyecto del Player de KitVision. Este código, sin embargo, controlaba la grabación de audio mediante clicks de ratón, mientras que en el proyecto actual se quería utilizar un fiducial especial de tal manera que cuando se pusiera sobre el tabletop se grabara audio y cuando se quitara, se dejara de grabar. Además, como ya se ha comentado, se decidió que sólo se podría grabar audio si se está en el menú de actividades y no durante las mismas para evitar interrumpir la jugabilidad. Ha habido dos modificaciones principales en el código en relación a la grabación de audio: se ha añadido código a la función *actualizaListaJuego* para indicar que, cuando se detecte el fiducial especial de grabación, se inicialice el micro y empiece la grabación tras una breve animación de carga:

---

```
...
// Si se detecta el fiducial de grabacion
if (item.ID==fidGrabar){
    if (puestoFidEspecial) {
        iniFidEspecial=getTimer();
        fidEspecialID = item.name;
        puestoFidEspecial=false;
        carga.x=item.x-150;
        carga.y=item.y-150;
        carga.gotoAndPlay(1);
    }
    ...
}
...
```

---

La segunda modificación es para detener la grabación. Dado que hay que detectar cuándo se quita el fiducial especial asociado a grabación, hubo que ampliar la función *removeTuioObject*:

---

```
...
if (item.ID==fidGrabar) {
    // Dentro de esta funcion se utiliza "encodeToMP3" dentro de la
    // cual se guarda el mp3 grabado en la localizacion que haya
    // en la funcion "guardarMP3".
    if(grabando){
        stopMicRecording();
        grabando = false;
    }
}
...
```

---

Una vez implementada la funcionalidad de grabación de audio en el Player, hubo que añadir el micrófono en el tabletop NIKVision instalado en el Centro Base I del IASS. Dicho micrófono tenía que estar conectado al ordenador situado en el interior del tabletop. El micrófono está colocado dentro del tabletop (conectado a la torre de ordenador) y su otro extremo (por el que se graba audio) está encajado en una pieza especial hecha con la impresora 3D que está situada en la pared central del tabletop, es decir, cerca de los terapeutas para que pueda oírse mejor el audio.

Además de las modificaciones en el código del Player y de la instalación del micrófono, hubo que crear una pieza de plástico con la impresora 3D con el fiducial especial asociado que permitiera grabar en el menú (Fig. 42).



Figura 42: Nuevo selector para grabar audio en el tabletop NIKVision.

Con la implementación de este sistema se terminó este trabajo de fin de grado. En el apartado siguiente se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

## 4. Conclusiones y trabajo futuro

Gracias a este trabajo de fin de grado, desarrollado en el marco de un convenio entre el IASS y la Universidad de Zaragoza:

1. Se ha instalado y puesto en marcha un tabletop NIKVision específicamente dedicado al tratamiento de niños de atención temprana.
2. Se han adaptado un conjunto de actividades de acuerdo a las necesidades y características de los niños que asisten a centros de atención temprana. Ello ha sido llevado a cabo siguiendo una metodología de Diseño Centrado en el Usuario, evaluando el tabletop con los niños y sus terapeutas.
3. Se ha diseñado un nuevo tipo de actividad de logopedia para el tabletop NIKVision. Ello ha implicado la modificación del toolkit KitVision.
4. Se ha desarrollado un sistema de logs que permite a los terapeutas llevar a cabo el seguimiento de las sesiones con el tabletop NIKVision.
5. Se han hecho todas las modificaciones necesarias tanto en el tabletop como en el software para que éstos puedan ser utilizados de forma autónoma por los terapeutas y sus pacientes.

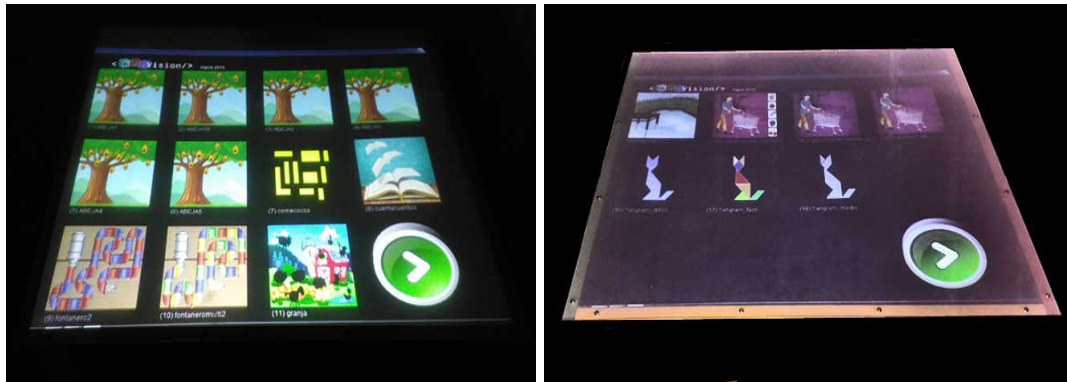


Figura 43: Aspecto final del menú de actividades instaladas en el Centro Base I del IASS.

En cuanto al trabajo futuro, uno de los objetivos sería implementar nuevas actividades de storytelling que fueran modificaciones de la implementada en este trabajo de fin de grado: en vez de tener que elegir preposiciones para rellenar las frases, podría hacerse que tuvieran que elegirse verbos, complementos (directos, indirectos, de lugar...) y otras partículas gramaticales o una combinación de las mismas. También podrían hacerse historias de storytelling más complejas aprovechando que lo implementado en este trabajo permite crear árboles decisionales tan complejos como uno quiera. Otra línea de trabajo futuro sería el seguimiento del tabletop NIKVision instalado en el Centro Base I para evaluar cómo ha influido su uso en el tratamiento de niños de atención temprana.



## Anexo A. Evaluación con niños

En la actualidad, con el objetivo de verificar el comportamiento y eficacia de los productos desarrollados, se llevan a cabo evaluaciones con niños aplicando diferentes metodologías. Una evaluación se define como aquel proceso que tiene como finalidad determinar el grado de eficacia y eficiencia con que han sido empleados los recursos destinados a alcanzar los objetivos dispuestos, posibilitando la determinación de desviaciones y la adopción de medidas correctivas que garanticen el cumplimiento adecuado de las metas previstas.

En los apartados siguientes, se explican en detalle los aspectos de comportamiento a tener en cuenta cuando se trabaja con niños, así como el papel que pueden desempeñar dependiendo de la fase de desarrollo de un producto en la que intervengan. Seguidamente, se presenta una clasificación de los métodos de evaluación con niños más utilizados y sus características principales .

### A.1 Características de los niños como evaluadores

La participación de un usuario en el proceso de desarrollo de un producto implica tener en cuenta una serie de aspectos, independientemente de la edad, con el objetivo de que la información conseguida sea lo más verídica posible y, por lo tanto, no lleve a confusiones o conclusiones erróneas. Es muy importante que intervenga una muestra representativa de usuarios porque no todos son iguales y cada uno tiene sus peculiaridades. Sin embargo, si el usuario se trata de un niño también hay que tener muy en cuenta otras variables, las cuales tienen incidencia en la credibilidad y calidad de los resultados obtenidos:

- Dependiendo de la habilidad o capacidad cognitiva del niño, puede estar capacitado o no para manifestar con palabras la experiencia con el producto evaluado.
- Su capacidad para concentrarse en una actividad y continuar con las tareas es limitada, ya que solamente pueden concentrarse durante aproximadamente 30 minutos, aunque si se divierten pueden estar más tiempo.
- Los niños, en general, disfrutan en situaciones donde un adulto les observa mientras juegan, recibiendo toda la atención y, a veces, recompensas.
- La capacidad y el comportamiento de los niños difiere dependiendo de la edad, por lo que la evaluación debe adaptarse en función de este parámetro. En las sesiones de evaluación que se llevan a cabo en este trabajo de fin de grado se trata con niños de 2 a 5 años que tienen dificultades para expresar sus impresiones con palabras (verbalizar).

### A.2 Rol del niño en el proceso

Cuando un niño forma parte del proceso de diseño y desarrollo de un producto, el tipo de información que se necesita varía dependiendo de cada caso. Por ejemplo, se puede requerir la intervención de un niño en la evaluación de un producto terminado, con el objetivo de obtener su valoración del mismo, es decir, extraer sus preferencias o posibles problemas de usabilidad. Por el contrario, se puede solicitar la participación de un niño en el diseño de un producto con el fin de obtener indicaciones acerca de las direcciones a tomar en el proceso de desarrollo. De esta manera, dependiendo del momento del ciclo de vida de diseño en que se encuentra un producto, la función que pueden desempeñar varía. Los roles que puede ejercer son:

#### Informador

En los inicios del ciclo de vida de diseño de un producto el niño tiene el papel de informador. El niño toma parte en varias etapas del proceso de diseño, porque interviene antes de que se desarrolle la tecnología y, después, puede ofrecer de nuevo realimentación. Los evaluadores utilizan este método para obtener información acerca del diseño y opiniones sobre lo que gusta o no gusta a los niños. Para ello, observan al niño utilizando tecnologías existentes y piden su aportación. Con este rol, el niño tiene impacto en la tecnología desde el comienzo del proceso de diseño porque, aunque los niños no forman parte del proceso de manera continua, pueden influir en la decisión tomada, la forma que adopta la tecnología y cómo es evaluada. Al formar parte desde el inicio del

mismo, se necesitan más recursos para completar las actividades y las tecnologías finales creadas son menos frustrantes y más estimulantes para el niño.

### **Copartícipe en el diseño**

El rol de copartícipe en el diseño se diferencia del rol de informador en que los niños tienen el mismo peso e importancia que los adultos en el proceso de diseño de nuevas tecnologías. Su participación puede tener efectos muy importantes en el proceso de desarrollo. Los niños, aunque no tienen iniciativa para tomar decisiones, contribuyen con los adultos en cambiar y diseñar tecnologías, ya que también tienen puntos de vista que pueden apoyar el proceso de diseño de una forma en la que los adultos no son capaces de contribuir. Sin embargo, ser copartícipe en el diseño junto con niños no es algo natural para los adultos, por lo que pueden surgir problemas que ralenticen mucho el proceso ya que se deben negociar las decisiones. Además, es necesario desarrollar métodos de comunicación y colaboración entre el niño y el adulto, lo que también consume tiempo. El impacto que tienen los niños con este rol es enorme porque sus opiniones se tienen en cuenta y tienen un efecto en el diseño de nuevas tecnologías.

### **Probador**

A medida que se aproxima la finalización del producto, el niño pasa a tener un rol de probador, donde se comparan diferentes versiones de un producto. El niño no participa hasta que no se crean los prototipos, por lo que la fase de diseño inicial de la tecnología es completada solamente por adultos. Por lo tanto, el objetivo de la evaluación es que el niño ayude en el desarrollo de nuevas tecnologías, para encontrar ideas de diseño innovadoras y adecuadas a la edad sobre los futuros productos. Los evaluadores se encargan de observar al niño experimentado con la tecnología, valorando su impacto en el niño. El impacto que tiene el niño con un rol de probador en la tecnología es prácticamente inmediato, ya que puede encontrar errores que los desarrolladores tienen que cambiar rápidamente. Además, pueden llegar a ofrecer mucho más de lo esperado por los desarrolladores, porque los niños suelen ser honestos y muy directos al evaluar la tecnología (por ejemplo, tiene muy poca paciencia si algo no les gusta). Este ha sido el rol que han tenido los pacientes del Centro Base I durante las evaluaciones iniciales.

### **Usuario**

Al final del ciclo de vida de diseño de un producto, el niño tiene un rol de usuario. En esta etapa, la tecnología usada no continúa en desarrollo ya que se trata de un producto acabado, por lo que la intervención del niño en el proceso es reducida. Los objetivos principales de esta etapa son la evaluación de un producto final o la comparación entre varios productos finales, es decir, determinar la preferencia de un producto haciendo comparaciones entre ellos para intentar entender el impacto de las tecnologías en los niños. Usualmente los evaluadores emplean diferentes técnicas de observación, análisis de vídeo o cuestionarios para valorar la experiencia del niño y evaluar si se han alcanzado las necesidades del usuario, los problemas de usabilidad existentes o si se proporciona una experiencia óptima al usuario, mientras que el niño contribuye a la investigación y proceso de desarrollo utilizando la tecnología. Cuando los niños tienen este rol los evaluadores cumplen más fácilmente sus objetivos, porque el proceso es más rápido frente a otros roles donde el niño tiene más participación en el proceso de desarrollo. En cuanto a su impacto, sirve de ayuda para que los diseñadores obtengan recomendaciones e indicaciones a la hora de desarrollar futuros productos. Este ha sido el rol que han tenido los pacientes del Centro Base I durante las evaluaciones finales.

## **A.3 Clasificación de los métodos de evaluación con niños**

Un método de evaluación se define como aquellos procedimientos, objetivos o subjetivos, utilizados para obtener y organizar la información obtenida en relación a los objetivos, normas o criterios establecidos.



Se puede diferenciar entre métodos de evaluación que son sumativos frente a los métodos formativos, ya que los primeros pretenden medir una serie de parámetros definidos previamente, mientras que los segundos persiguen descubrir puntos de conflicto en el juego. Además, uno de los mayores desafíos a la hora de adaptar los métodos de evaluación a los niños, es decidir cuál es la forma más conveniente para obtener datos significativos [Ort10]. De esta forma, se distingue entre métodos basados en la observación y la verbalización. La diferencia principal es que los primeros no requieren que el niño manifieste de ninguna forma su experiencia con el juego evaluado. En la tabla 9 se puede ver un resumen de distintos métodos de evaluación con niños clasificados según estas características (UX son las siglas para “experiencia de usuario”).

Método	Sumativo/ Formativo	Observacional/ Verbalizar	Usabilidad/ UX*	Rol niño	Edad
<b>SEEM</b>	Sumativo	Observacional	Usab.,UX	No prefijado	Todas edades
<b>LOG</b>	Sumativo	Observacional	Usabilidad	Probador	Todas edades
<b>Laddering</b>	Sumativo	Verbalizar	UX	Usuario	+ 5 años
<b>Fun toolkit</b>	Sumativo	Verbalizar	UX	Usuario	Todas edades
<b>Drawing intervention</b>	Sumativo	Verbalizar	UX	Usuario	Todas edades
<b>Wizard of Oz</b>	Formativo	Observacional	Usabilidad	Informador	Todas edades
<b>Picture card</b>	Formativo	Verbalizar	Usab.,UX	Probador	Todas edades
<b>Peer tutoring</b>	Formativo	Verbalizar	Usabilidad	Informador	Todas edades
<b>Intervención activa</b>	Formativo	Verbalizar	Usabilidad	Probador	Todas edades
<b>Co-discovery</b>	Formativo	Verbalizar	Usabilidad	Probador	Todas edades
<b>Mission from Mars</b>	Formativo	Verbalizar	Usabilidad	Informador	Todas edades
<b>Test usabilidad</b>	Sum., form.	Observacional	Usab.,UX	Informador	Todas edades
<b>Análisis vídeo</b>	Sum., form.	Observacional	Usab.,UX	Informador	Todas edades

Tabla 9: Tabla con el resumen de los métodos de evaluación con niños y sus características.

Dado que en este trabajo de fin de grado se ha utilizado un método de evaluación con niños formativo y observacional, a continuación se profundiza en qué se entiende por estos métodos.

Los métodos formativos no miden, sino que intentan identificar aspectos de un producto que puedan causar problemas al usuario con el objetivo de remediarlos para mejorar el producto. Estas evaluaciones formativas se centran en determinar posibles problemas de usabilidad en el juego, los cuales suelen ser eliminados durante el proceso de desarrollo de un producto antes de que sea comercializado. Cuando se trata de juegos y niños, la definición se debe ampliar con más conceptos y no evaluar únicamente la usabilidad, sino también problemas de diversión, de colaboración o de aprendizaje.

Los métodos observacionales confían en la capacidad del usuario para expresar sus opiniones mediante el lenguaje corporal cuando interactúan con una tecnología determinada. De esta forma, en los métodos observacionales un evaluador externo se encarga de recoger sus impresiones acerca de la experiencia del usuario mientras éste interactúa con el juego evaluado y, por lo tanto, el usuario no tiene que valorar su experiencia. Además, son métodos que se pueden llevar a cabo con niños de todas las edades debido a que no son conscientes de que están siendo evaluados y solamente tienen que experimentar con el juego.



## Anexo B. KitVision

En este anexo se habla de la sintaxis que se utiliza para la creación de juegos y del toolkit KitVision, que se basa en dicho lenguaje.

### B.1 El lenguaje de marcado

Los juegos para el tabletop NIKVision (Fig. 44) se modelan como una secuencia de tareas. Cada tarea tiene un objetivo que los jugadores tienen que cumplir para poder avanzar en el juego. Cada tarea está compuesta de:

- Un fondo: el tablero del tabletop.
- Varias áreas: áreas más o menos cuadradas donde colocar una pieza tiene un significado específico dentro del juego. Las áreas pueden estar asociadas con el tablero (lo que se utiliza en juegos de mesa), o con el objeto tangible (utilizado en juegos que no son de tablero). Un área asociada al tablero es definida en una posición fija de la pantalla y esa posición no cambia durante toda la actividad. Sin embargo, un área asociada a un objeto tangible se mueve y rota con dicho objeto, o sea que su posición es variable.
- Varios objetos tangibles: se colocan en las áreas. Fuera de estas áreas los objetos no tienen ningún significado para el juego.
- Feedback: elementos gráficos y/o de audio que dan realimentación sobre las acciones del jugador.

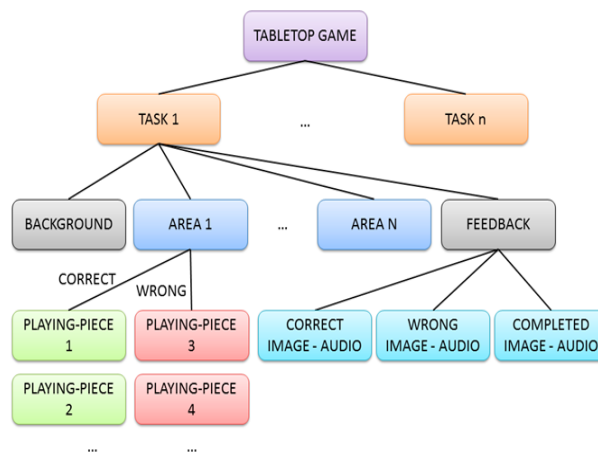


Figura 44: Estructura de un juego de KitVision.

Cuando se coloca un objeto tangible en el área se aplican las reglas del juego, por tanto el lenguaje de marcado tienen que ser lo suficientemente expresivo como para permitir definir cualquier posible significado a colocar una pieza en un área. El lenguaje de KitVision aplica fuertes restricciones a la expresividad dado que sólo acepta dos posibles significados: correcto o incorrecto, o sea que cada área tiene una lista de objetos tangibles correctos e incorrectos o, por defecto, todos los objetos que no sean considerados correctos se considerarán incorrectos. Cuando se coloca un objeto tangible dentro de un área, esta acción es interpretada en el juego como correcta o incorrecta a través de una imagen, una animación y/o un sonido. Para completar la tarea de un juego, todas las áreas definidas en la tarea tienen que estar rellenas con todos los objetos tangibles correctos (y sólo con los correctos). En ese caso, la realimentación informará de que la tarea se ha completado y el juego avanzará a la siguiente tarea consecutiva.

La estructura jerárquica del lenguaje de KitVision se traduce a un lenguaje de marcado comprensible para un sistema informático. En la figura 45 se puede ver la especificación del la sintaxis en XML de KitVision.

```

<game>
<task>
  <background>
    <color rgb="0xrrggbb"/>
    <image path="path/filename"/>
    <audio path="path/filename"/>
  </background>
  <area[associated_fid="id"][orient="yes/no"]>
    <pos x="n" y="n" width="n" height="n"/>
    <image path="path/filename"/>
    <imageCorrect path="path/filename"/>
    <imageWrong path="path/filename"/>
    <fid id="1,2,..." correct="yes/no"
      sound="path/filename" orient="n"/>
    <fid id="*" correct="yes/no"
      sound="path/filename" orient="n"/>
  </area>
  ...
  <feedback>
    <pos x="n" y="n" width="n" height="n"/>
    <imageCompleted path="path/filename"/>
    <soundCompleted path="path/filename"/>
    <imageCorrect path="path/filename"/>
    <soundCorrect path="path/filename"/>
    <imageWrong path="path/filename"/>
    <soundWrong path="path/filename"/>
  </feedback>
</task>
...
</game>

```

Figura 45: Sintaxis del lenguaje de marcado de KitVision.

Este lenguaje es la base del toolkit KitVision.

## B.2 El toolkit KitVision

KitVision consta de dos herramientas (Fig. 46):

- El asistente gráfico KitVision, que es utilizado por el diseñador en un ordenador de sobremesa para modelar la interfaz de los juegos para el tabletop. El diseñador tiene que asignar todas las imágenes, animaciones y archivos de audio que se requieren para dar realimentación durante el juego, o sea que KitVision tiene que ser capaz de cargar los formatos de imagen y de audio más populares. Una vez que se ha definido el juego, el asistente gráfico creará automáticamente un archivo XML especificando el juego en el lenguaje propio de KitVision.
- El Player KitVision, que se encarga de leer los archivos XML que contienen los juegos KitVision que se han creado con el asistente gráfico accediendo a los recursos audiovisuales que están almacenados en el ordenador de sobremesa. También está conectado con reactIVision [KB07] para recibir información de los objetos que están colocados sobre el dispositivo tabletop.

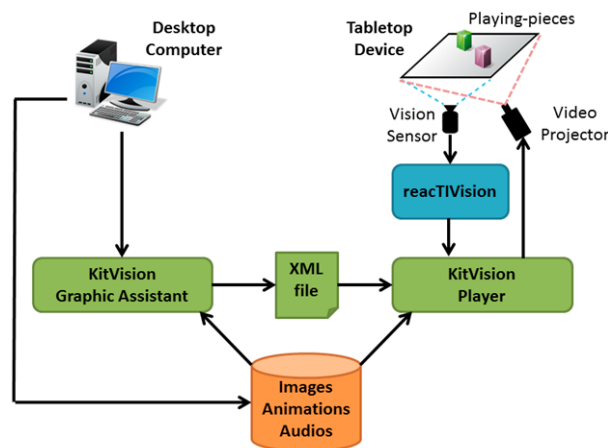


Figura 46: Arquitectura del toolkit KitVision.

El tabletop NIKVision está conectado a reacTIVision (Fig. 47 izda.), cuya función es analizar la imagen que viene de la cámara de vídeo infrarroja del tabletop y mandar un mensaje cuando una pieza de juego se coloca, se quita o se mueve en la superficie del tabletop. reacTIVision es capaz de identificar y rastrear objetos en la superficie del tabletop gracias a los marcadores impresos (llamados fiduciales) unidos a la base (Fig. 47 dcha.). Por tanto, involucrar cualquier objeto convencional en juegos con un tabletop tangible no requiere ningún conocimiento técnico: sólo se necesita imprimir uno de los fiduciales incluidos en la librería de reacTIVision y pegarlo en la base del juguete.



Figura 47: NIKVision (izquierda) y juguete con su fiducial (derecha).

### B.2.1 El asistente gráfico

El asistente gráfico KitVision (Fig. 48) es una aplicación de escritorio que facilita el modelado de juegos para tabletop permitiendo al diseñador crearlos sin tener que aprender el lenguaje específico de KitVision. El asistente gráfico de KitVision utiliza una aproximación WYSIWYG (siglas de *What You See Is What You Get* en inglés) en el que el diseñador incorpora imágenes, animaciones y recursos de audio y los coloca en la pantalla de la misma manera que quiere que se muestren en el dispositivo tabletop. El diseñador define las diferentes áreas donde se pueden colocar los objetos tangibles, y la lista de objetos correctos e incorrectos y asocia realimentación en imagen o audio a cada acción.

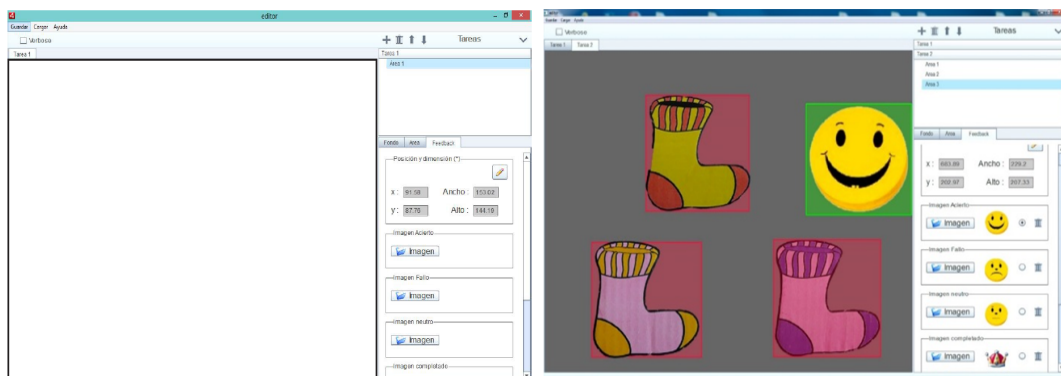


Figura 48: Visión del menú del editor KitVision (izquierda) y del diseño de un juego utilizándolo (derecha).

Cuando el diseñador acaba de modelar el juego, el asistente gráfico KitVision genera automáticamente un archivo XML siguiendo la sintaxis de KitVision y recoge todos los recursos de imagen y audio que intervienen en el juego. Todos estos archivos están almacenados en una carpeta del sistema del tabletop donde el Player KitVision buscará los juegos. De esta manera, cualquier juego nuevo creado puede probarse de manera inmediata en el dispositivo tabletop. Los juegos creados también pueden cargarse y modificarse en el asistente gráfico KitVision.

### B.2.2 El Player KitVision

El Player KitVision es la aplicación encargada de ejecutar los juegos en el dispositivo tabletop. Cuando se ejecuta, el Player KitVision lee todos los ficheros XML almacenados en una carpeta previamente especificada del ordenador del tabletop. Cada archivo XML contiene un juego modelado con una sintaxis específica. El Player ejecuta en la superficie del tabletop una pantalla de inicio con todos los juegos de la carpeta. De esta manera, el Player es capaz de ejecutar cualquier juego cuando se toca su icono (Fig. 49).

Cuando se ha seleccionado un juego, el Player KitVision carga el archivo XML, recupera todos los recursos de imagen y de audio referenciados en ese archivo y lo muestra en la superficie del tabletop. El Player KitVision es capaz de cargar varios formatos de imagen (BMP, GIF, JPG, PNG...) y formatos de audio (WAV, MP3...). En cuanto a los recursos animados, el Player acepta archivos SWF (Adobe Flash Animation), un formato popular para la animación web.



Figura 49: Menú de actividades mostrado por el Player (izquierda) y niño jugando en el tabletop (derecha).

El Player también se encarga de reaccionar a las manipulaciones del usuario gracias a los eventos que recibe de la aplicación reacTIVision. Por último, se muestra el tablero del juego en la superficie del tabletop, y el Player permite jugarlo colocando diferentes objetos sobre su superficie.

## Anexo C. Descripción de las actividades de NIKVision

### C.1 Juegos y actividades para NIKVision

Los juegos que se han creado hasta ahora pueden clasificarse en las siguientes categorías [MBC10]:

- Juegos de entretenimiento para niños.
- Juegos “serios” (con fines educativos o terapéuticos) que puede estar orientados a ancianos (desarrollados como parte de un proyecto de fin de carrera del GIGA AffectiveLab [Bon14]) o a niños.

Los juegos de entretenimiento fueron de los primeros tipos que se hicieron en el tabletop NIK-Vision, siendo uno de los ejemplos más vistosos el juego de la granja. El juego de la granja se compone de varias actividades para niños pequeños, en las cuales se usan diversos juguetes de goma con forma de animales para poner huevos, dar leche, lana... Algunos de los minijuegos más representativos son:

- Minijuego “Hacer un pastel”: el granjero pide a los animales que le ayuden a hacer un pastel. Para hacerlo se necesitan fresas, huevos y leche. Los niños tienen que utilizar los juguetes de los animales para coger las fresas y conseguir los huevos y la leche (Fig. 50 izda.).
- Minijuego “Pilla-pilla”: el hijo del granjero le dice a los animales que se ocultan en la granja mientras él cuenta hasta diez. El escenario de la granja tiene algunos lugares para ocultarse (unos arbustos, un sombrero...). Los niños tienen que esconder los animales antes de que el hijo del granjero acabe de contar hasta diez. Cuando acaba de contar, el hijo del granjero empieza a buscar a los animales para intentar descubrir dónde se han escondido (Fig. 50 medio).
- Minijuego “Los bebés van a dormir”: el cerdo y la oveja tienen tres bebés cada uno. Estos bebés se están moviendo por el patio de la granja (la superficie del tabletop) pero ahora es hora de irse a dormir. Los niños tienen que utilizar los juguetes del cerdo y de la oveja para empujar a los bebés virtuales al área donde tienen que dormir (Fig. 50 dcha.).



Figura 50: Capturas de los minijuegos “Hacer un pastel” (izquierda), “Pilla-pilla” (medio) y “Los bebés van a dormir” (derecha).

De entre los juegos con objetivos terapéuticos para ancianos, hay algunos que son explicados en detalle en el apartado 3.1.2. Otra actividad representativa de esta categoría es el juego “Viajes”. Esta actividad consiste en colocar en los países del mapa (Fig. 51 izda.) los juguetes de medios de transporte (Fig. 51 dcha.) de acuerdo a las instrucciones dadas en una grabación inicial. Por ejemplo, si la grabación de inicio de la actividad dice: “Iré primero a Grecia en barco, después a Rumanía en tren y por último a Alemania en avión”, la actividad será correcta cuando el juguete del barco esté en el área de Grecia, el juguete del tren en el área de Rumanía y el juguete del avión en el área de Alemania.





Figura 51: Fondo del juego de “Viajes” (izquierda) y sus objetos tangibles (medios de transporte) asociados (derecha).

Por último, en cuanto a los juegos “serios” para niños, algunos son explicados más adelante en el apartado 3.1.2. Uno de los juegos de esta categoría que no está incluido en ese apartado es el twister: el tablero de juego del twister es la superficie de la mesa NIKVision (Fig. 52 izda.). Se utiliza una especie de dado que consiste en una ruleta en la que están marcadas dos secciones: mano derecha y mano izquierda. Cada una de estas secciones está dividida en los cuatro colores del tablero de juego, y al girar la flecha de la ruleta, la combinación resultante de mano (Fig. 52 dcha.) y color es la jugada que debe realizar el jugador.



Figura 52: Tablero del twister (izquierda) y sus objetos tangibles (guantes) asociados (derecha).

## C.2 Descripción de las actividades instaladas en el Centro Base I del IASS

En este apartado se explica en qué consiste cada una de las actividades instaladas en el tabletop NIKVision del Centro Base I del IASS en Zaragoza, qué objetos tangibles utilizan y cuáles son los valores terapéuticos que trabajan.

### Juego de las abejas

#### Objetivo del juego

En este juego hay un árbol que contiene una gran cantidad de colmenas que cuelgan de sus ramas. El jugador dispone de un recipiente con el que debe recoger la miel de dichas colmenas. Alrededor del árbol revolotean una o varias abejas que terminan por meterse cada una en una colmena diferente. De todas las abejas que vuelan alrededor del árbol sólo hay una que lleva miel. El objetivo de este juego es que el jugador siga con la mirada la abeja que lleva la miel y coloque el tarro bajo la colmena en la que se ha escondido para recolectar la miel.



### Elementos virtuales y físicos

Son virtuales el escenario donde se desarrolla el juego, las abejas que se mueven por dicho escenario y el apicultor que da realimentación al usuario (Fig. 53 izda.). El objeto tangible es el tarro de miel que el jugador tiene que poner debajo de la colmena para recoger la miel (Fig. 53 dcha.).



Figura 53: Escenario virtual del juego de las abejas (izquierda) y tarro de miel tangible (derecha).

### Valor terapéutico

Se utiliza principalmente con niños con retraso psicomotor. La amplitud de la pantalla permite practicar largos seguimientos visuales, que se traduce en un trabajo específico de la musculatura ocular. El ejercitamiento de esta musculatura es fundamental para una lectura fluida y para adaptarse a los cambios de puntos de vista y enfoque. También se trabaja la atención visual, ya que la dificultad no aumenta sólo con la velocidad de la abeja que lleva la miel, sino con la aparición creciente de elementos distractores (abejas que no llevan miel y también se mueven por la pantalla). En el Centro Base I este juego se utiliza en niños con retraso psicomotor para trabajar la motricidad fina de las extremidades superiores y en niños con trastorno de déficit de atención, ya que sólo si el niño está atento podrá completar el juego.

### Juego de pescar

#### Objetivo del juego

Este juego trata de un gato al que le gustan los peces y que espera que el jugador pueda dárselos. El jugador dispone de una caña con la que debe pescar los peces inmersos en el lago y ofrecérselos al gato situado en un muelle a su orilla. El objetivo consiste en dar de comer al gato los peces que le gustan, enganchándolos sólo con la caña de pescar. Sin embargo el gato no quiere comer cualquier clase de pez: los peces que quiere en cada momento son aquellos cuyos dibujos aparecen en el muelle y además son indicados al jugador a través de audio.

### Elementos virtuales y físicos

Los elementos virtuales son, una vez más, el escenario (Fig. 54 izda.) (el muelle y el agua) y el personaje que provee realimentación al usuario y que, en este caso, le da las indicaciones de cómo jugar, el gato. Los elementos tangibles son los cuatro peces (Fig. 54 dcha.) que hay que darle al gato según lo que pida y dos cañas de pescar (Fig. 55): la verde que es más larga y, por tanto, más difícil de manejar, y la naranja que es más corta y fácil de manejar.

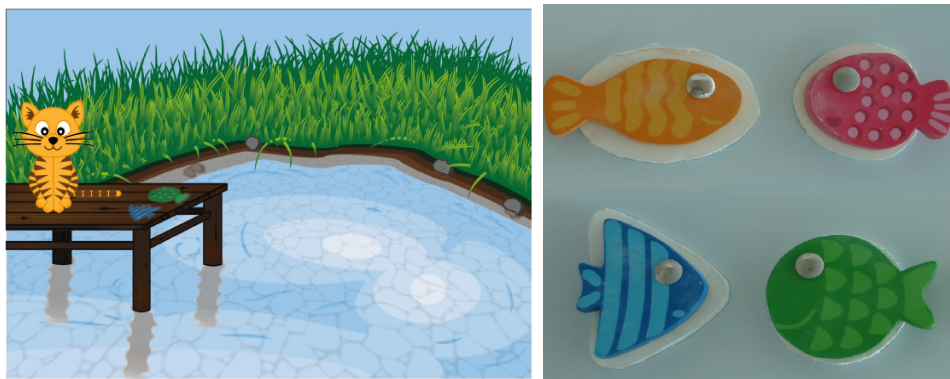


Figura 54: Escenario virtual del juego de pescar (izquierda) y peces tangibles (derecha).

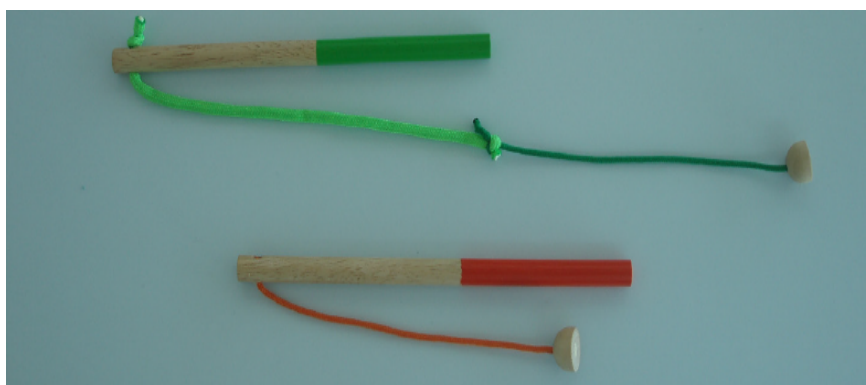


Figura 55: Cañas de pescar de diferentes longitudes.

### Valor terapéutico

Este juego se utiliza para perfeccionar las habilidades de motricidad fina y coordinación. Se debe tener en cuenta que para conseguir una ejecución motora fina eficaz se precisa una motricidad de miembro superior más gruesa correctamente establecida. En este caso, la postura más eficiente para realizar la acción es mediante la co-contracción del hombro (fijación de la articulación del hombro), y movimiento fluido de muñeca y dedos, algo que se consigue al hacer que el niño tenga que mover el objeto tangible que es la caña de pescar. En el Centro Base I este juego se utiliza con niños con retraso psicomotor para entrenar la motricidad fina.

### Comecocos

#### Objetivo del juego

En este juego se tiene un laberinto lleno de obstáculos y de cocos (representados por redondeles blancos) por el cual tiene que moverse el comecocos sin chocar con las paredes mientras va comiendo los cocos que ve a su paso. A su vez, hay un fantasma que lo va persiguiendo por el laberinto. La actividad termina cuando el comecocos ha comido todos los cocos sin que le alcance el fantasma.

#### Elementos virtuales y físicos

Los elementos virtuales de este juego son el laberinto por el que se mueven los personajes y los cocos que tienen que comer (Fig. 56 izda.). Los elementos tangibles son los dos personajes que intervienen en el juego, es decir, el comecocos y el fantasma que lo persigue (Fig. 56 dcha.).

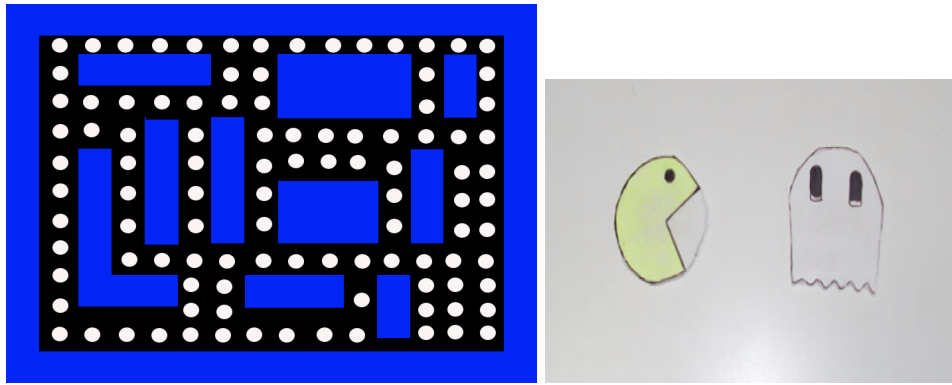


Figura 56: Escenario virtual del comecocos (izquierda) y personajes tangibles (derecha).

### Valor terapéutico

Se utiliza con niños con retraso psicomotor y trastornos de la conducta como la hiperactividad. Puesto que el jugador debe mover el personaje del comecocos por la pantalla sin chocar contra los obstáculos, este juego permite entrenar la motricidad fina principalmente de los brazos y de las manos. Además, para que el personaje pueda comerse adecuadamente los cocos y no se choque contra las paredes, es mejor mover al personaje de forma continua pero pausada, algo de lo que son prácticamente incapaces los niños con hiperactividad, por tanto este juego les obliga a ser pacientes si quieren completarlo correctamente. En el Centro Base I se utiliza con niños con retraso psicomotor para entrenar la motricidad fina y gruesa y en niños con trastorno de déficit de atención con hiperactividad pues para completar correctamente el juego hay que tener la paciencia de hacer todo el recorrido despacio sin salirse del camino.

### Juego del fontanero

#### Objetivo del juego

En este juego se presenta una tubería dividida en segmentos de varios colores que presentan fugas de agua. Sin embargo no todas las tuberías y fugas son iguales. Existen dos clases de tuberías y fugas de agua dependiendo de su color, rojas o azules. El objetivo del juego es que el jugador tape todas la fugas de agua al mismo tiempo con el guante del color correspondiente para cerrar el circuito y conseguir que el agua fluya por la tubería y salga por el grifo.

También hay una versión multijugador de este juego donde en vez de sólo dos colores (azul y rojo) hay cuatro (se añaden los colores naranja y verde) de tal manera que pueden jugar dos niños. En el Centro Base I, en vez de hacer que jueguen dos niños, lo que se hace es que el terapeuta juegue con el niño.

#### Elementos virtuales y físicos

Los elementos virtuales son las cañerías que tiene que tapar el jugador y el personaje del fontanero que provee realimentación al usuario (Fig. 57). Los objetos tangibles son los guantes que tiene que ponerse el jugador para tapar las averías (rojo y azul para la versión de un jugador y rojo, azul, amarillo y verde para la versión multijugador) (Fig. 58).

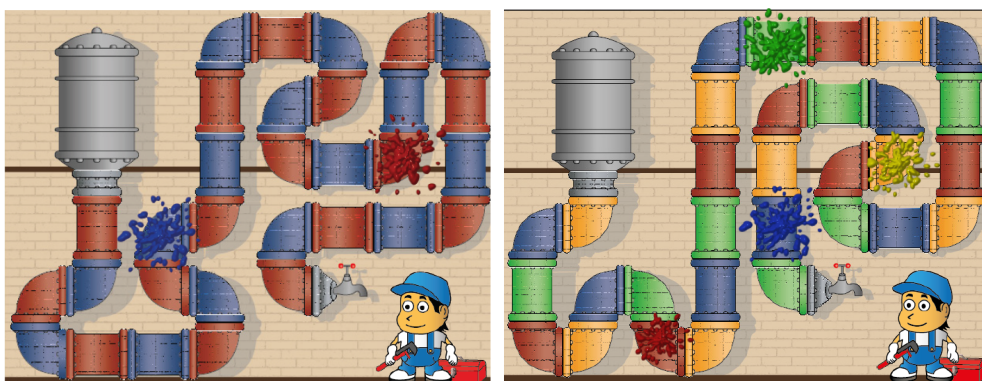


Figura 57: Versión de un jugador del juego del fontanero (izquierda) y su versión multijugador (derecha).



Figura 58: Los dos primeros guantes se utilizan durante la versión de un jugador y todos ellos se utilizan para la versión multijugador.

### **Valor terapéutico**

Se utiliza con niños con retraso psicomotor. Se trabajan habilidades de coordinación de todo el miembro superior, la coordinación bilateral (uso simultáneo de ambas manos) y el manejo del espacio contralateral (cruce de la línea media del cuerpo por parte de ambas manos). En el Centro Base I se utiliza con niños con retraso psicomotor principalmente para entrenar la motricidad gruesa.

### **Juego de las siluetas**

#### **Objetivo del juego**

Este juego consiste en un escenario de granja con varias siluetas de animales (un cerdo, un caballo, una vaca, una oveja, una gallina, un perro y un pato) distribuidas por el entorno. El objetivo del juego es que el jugador coloque los juguetes de los animales encima de la silueta correspondiente, momento en el cual sonará un audio con el sonido del animal cuya silueta se haya rellenado correctamente.

#### **Elementos virtuales y físicos**

El elemento virtual de este juego es el escenario de la granja así como las siluetas que aparecen en él (Fig. 59 izda.). Los elementos tangibles son los juguetes de los animales que hay que colocar en las siluetas (Fig. 59 dcha.).



Figura 59: Escenario de la granja (izquierda) y juguetes de animales asociados (derecha).

### Valor terapéutico

Se utiliza con niños con Retraso Simple del Lenguaje y trastornos generalizados en el desarrollo. En un principio este juego no tenía asociado específicamente valor terapéutico y se pensó en utilizarlo como premio para el niño una vez completara otras actividades más difíciles. Sin embargo, los terapeutas lo utilizan para tratar el Retraso Simple del Lenguaje al animar a los niños a que imiten los sonidos de los animales cuando colocan los juguetes. Además, en casos de trastorno generalizados del desarrollo severos la tarea de asociar siluetas a objetos reales no les resulta nada fácil y les ayuda a entrenar sus habilidades cognitivas. En el Centro Base I se utiliza, además de como premio por haber realizado otras actividades correctamente, para niños con Retraso Simple del Lenguaje, ya que el decir los nombres de los animales e imitar los sonidos que hacen les ayuda a saber articular mejor palabras.

### Juego del supermercado

#### Objetivo del juego

En este juego hay que ayudar al personaje que aparece en pantalla a hacer la compra, pero no se puede colocar en el carrito cualquier cosa: a la derecha de la pantalla aparecen los pictogramas de unos alimentos y un audio indica el nombre de los mismos. El objetivo del juego es que el jugador seleccione de entre los juguetes de los alimentos aquellos que se corresponden a los que se le han pedido y que los coloque en el carrito de la compra. El juego acaba cuando se han completado las dos iteraciones de las que consta el proceso de compra.

#### Elementos virtuales y físicos

El elemento virtual de este juego es el escenario donde hay que colocar los alimentos, es decir, el personaje que aparece en pantalla y el carrito de la compra, así como los pictogramas de los alimentos (Fig. 60 izda.). Los elementos tangibles son los juguetes de los alimentos que hay que colocar en el carrito (Fig. 60 dcha.).





Figura 60: Primera iteración (izquierda) y juguetes de los alimentos (guisantes, tomate, pimiento, zanahoria, cebolla y naranja) (izquierda) del juego del supermercado.

### Valor terapéutico

Se utiliza con niños con trastornos generalizados en el desarrollo para que relacionen los pictogramas de los elementos con sus objetos físicos correspondientes más realistas (los elementos tangibles). En el Centro Base I se utiliza para niños con retraso cognitivo, ya que hay que hacer una cierta abstracción para relacionar los pictogramas con los objetos tangibles.

### Tangram

#### Objetivo del juego

Es una versión tangible del juego clásico del tangram. El tangram es un juego chino muy antiguo que consiste en formar siluetas de figuras (en nuestro caso, la figura en cuestión es un gato) con las siete piezas dadas sin solaparse.

#### Elementos virtuales y físicos

El elemento virtual de este juego es el fondo donde hay que poner las piezas para formar la figura. El fondo tiene dos versiones en función del nivel de dificultad que se elija: en la versión fácil (Fig. 61 izda.) se puede ver la orientación de las piezas y su color; en la versión difícil (Fig. 61 dcha.) sólo aparece la silueta del gato y es el jugador el que debe deducir cómo orientar las piezas y dónde situarlas para formar la figura del gato. Los objetos tangibles son las siete piezas que hay que colocar para formar la figura. Dichas piezas son las siguientes: 5 triángulos (dos grandes del mismo tamaño, uno mediano y otros dos más pequeños también del mismo tamaño entre sí), 1 cuadrado y 1 paralelogramo o romboide (Fig. 62) .



Figura 61: Versión fácil del tangram (izquierda) y su versión difícil (derecha).



Figura 62: Piezas tangibles utilizadas durante el tangram.

### **Valor terapéutico**

Se utiliza con niños con retraso cognitivo. Los niños afectados con trastornos de retraso cognitivo tienden a tener grandes dificultades en la orientación espacial, habilidad necesaria para rotar las piezas correctamente para hacerlas encajar en la figura. En el Centro Base I se utiliza con niños con retraso cognitivo ya que dicho retraso suele acarrear problemas de orientación espacial que son necesarios para completar esta actividad.





## Anexo D. Montaje y calibración del tabletop NIKVision

En este apartado se describe el montaje de un tabletop NIKVision en el Centro Base I del IASS en Zaragoza en el que participó la autora de este trabajo.

Las piezas principales de las que consta un tabletop NIKVision son:

- 5 placas de madera que se corresponden con las cuatro paredes de la mesa y el suelo de la misma.
- 1 placa de plástico (que será la superficie donde se situarán los elementos tangibles).
- 1 proyector de vídeo.
- 1 cámara de vídeo USB.
- 1 mini-torre de ordenador.
- 2 altavoces.
- 1 espejo.
- 2 ventiladores.

El primer paso es adherir los ventiladores a lo que luego serán las paredes laterales del tabletop (Fig. 63). Hay que situar los ventiladores de tal manera que causen corriente para que sean capaces de ventilar correctamente todos los elementos de la mesa una vez que esté sellada.

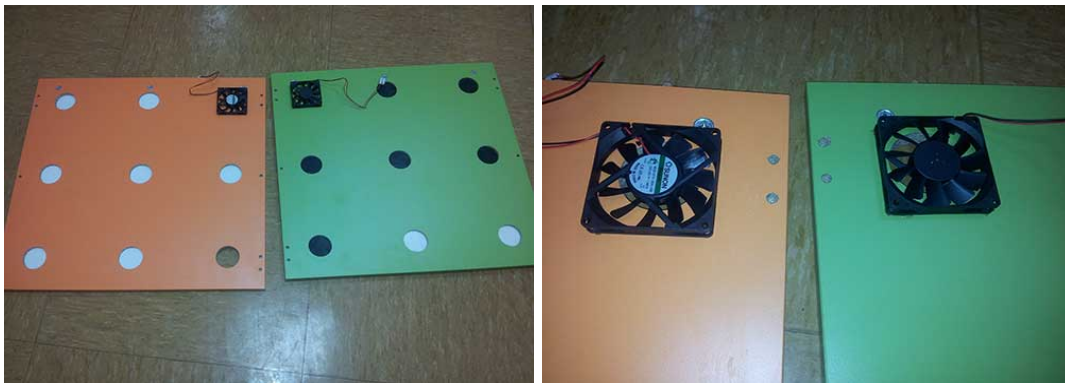


Figura 63: Situación de los ventiladores en el tabletop.

Una vez que los ventiladores están correctamente adheridos, se procede a montar lo que constituye el cuerpo del tabletop, lo que podría llamarse la “mesa”. Se unen las cinco tablas entre sí y ya se coloca en el sitio en el que permanecerá dentro del Centro Base I.

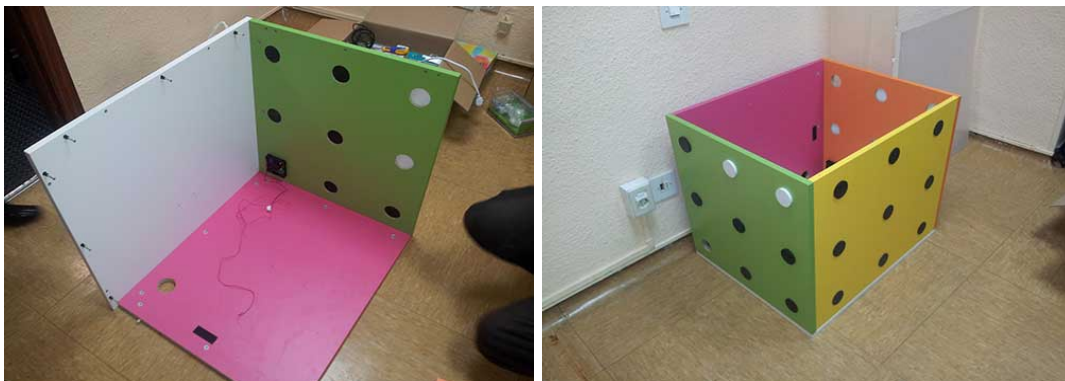


Figura 64: Montaje de las paredes del tabletop (izquierda) y resultado final (derecha).

Una vez está montado el armazón externo se procede a incluir toda la parte lógica en el interior de la mesa.

El siguiente elemento a añadir es el proyector de vídeo que proyectará las imágenes del ordenador sobre la pantalla. Dado que tiene que estar colocado en una de las paredes de la mesa, se decidió hacer una pieza específica con una impresora 3D que se encaja en la parte posterior del proyector y que permite atornillarlo a la pared. Debajo del mismo se colocó la cámara de vídeo utilizando una pieza de plástico parecida a la anterior (Fig. 65 izda.). También hay que colocar las luces infrarrojas adhesivas que permitirán iluminar la mesa por dentro para el correcto uso del proyector una vez esté cerrada la tapa de la misma (Fig. 65 dcha.).

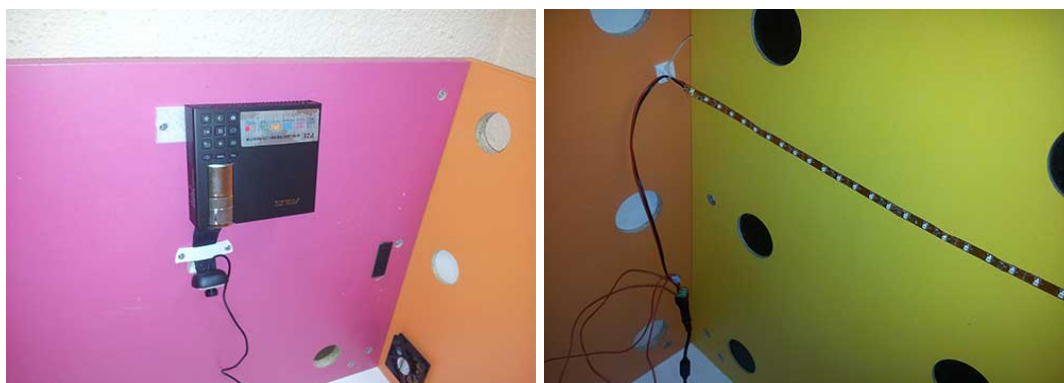


Figura 65: Proyector con su pieza 3D situado ya en la mesa (izquierda) y luces infrarrojas (derecha).

El siguiente paso consiste en hacer todas las conexiones necesarias para que funcione la mesa. La primera conexión que hay que hacer es entre el proyector y las luces infrarrojas (Fig. 66 izda.). También hay que situar dentro de la mesa la mini-torre de ordenador, que será el núcleo de toda la lógica del tabletop (Fig. 66 dcha.).

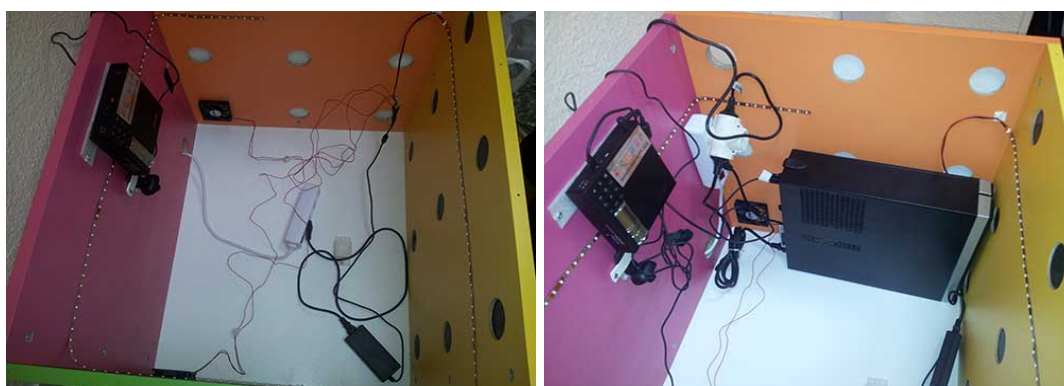


Figura 66: Proyector y luces conectados (izquierda) y torre de ordenador añadida (derecha).

Antes de seguir haciendo conexiones, se introducen en la mesa el espejo (que permitirá reflejar las imágenes del proyector en la superficie de la mesa) y los altavoces para los efectos de sonido de los juegos (Fig. 67 izda.). Ahora que todos los elementos necesarios para hacer funcionar el tabletop están en el interior de la mesa, es momento de acabar de hacer las conexiones entre todos ellos. Aunque esto podría parecer una tarea trivial a simple vista, la gran cantidad de elementos a conectar y el hecho de que ninguno de los cables pueda reflejarse en el espejo (ya que entonces se reflejaría en la pantalla una vez que esté montada) aumenta bastante la dificultad de esta tarea (Fig. 67 dcha.). Para hacer todas las conexiones se necesitó una regleta acoplada con velcro y una pieza específica 3D similar a la utilizada para acoplar el proyector a la mesa.

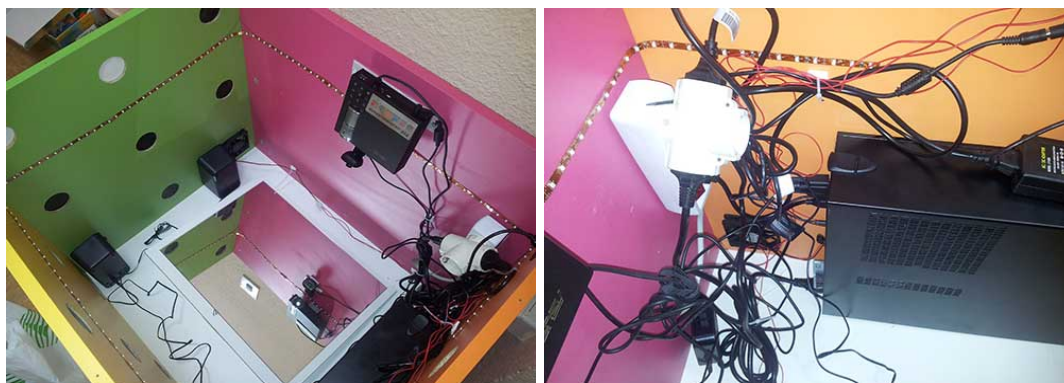


Figura 67: Espejo y altavoces añadidos (izquierda) y detalle del conjunto de conexiones (derecha).

Los últimos pasos consisten en calibrar la mesa (Fig. 68 izda.) y atornillarle una tapa de plástico que actúe de pantalla y que también evita el acceso a su interior. Sin embargo, al explicar a la directora del centro cómo se encendía y apagaba la mesa (enchufando y desenchufando un cable), ésta expresó su malestar sobre el método ya que los terapeutas no están acostumbrados a tratar de ese modo con los enchufes. Por tanto, se hizo un paso adicional que fue instalar un interruptor (Fig. 68 dcha.) para que el encendido y apagado de la mesa fuera más cómodo.



Figura 68: Calibración de la mesa (izquierda) y detalle del interruptor añadido (derecha).



## Anexo E. Creación de nuevos juguetes

### E.1 Generación de los ficheros para su fabricación

En este anexo se detallan los pasos que hubo que seguir para crear los ficheros PSD (“Photoshop Document”) que se mandan a la empresa *tresEnCaja* para que hagan los juguetes de madera y vinilo tomando como ejemplo uno de los juguetes utilizados en el juego del supermercado.

El tamaño del documento en el que hay que trabajar es de 21 cm X 29.7 cm con una resolución de 300 píxeles/pulgada. Además, el fondo tiene que ser transparente (Fig. 69 izda.). Después hay que seleccionar los dos principales elementos que conformarán el juguete: la imagen que verá el usuario (la fresa, en este ejemplo) y el fiducial que servirá para identificarlo (Fig. 69 dcha.). *tresEnCaja* nos indicó que en cada archivo PSD sólo podía haber una pareja de imagen y fiducial.

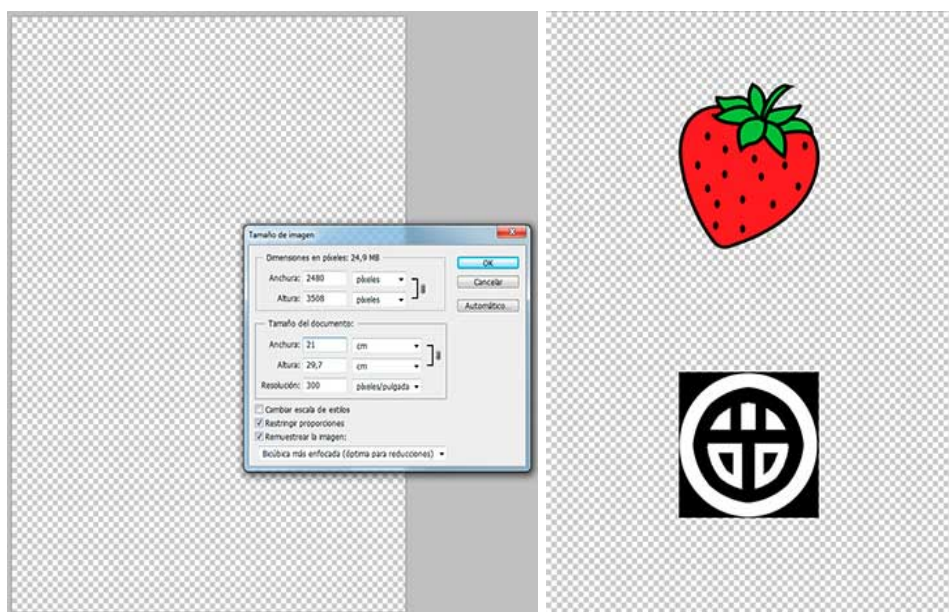


Figura 69: Base de los documentos para los nuevos juguetes (izquierda) e imágenes principales que conformarán un juguete para NIKVision (derecha).

Una vez seleccionadas las imágenes, hay que definir el tamaño que se quiere que tenga el juguete dibujando un contorno a su alrededor. En el caso de las figuras del supermercado, por ejemplo, los juguetes serán tarjetas cuadradas con pictogramas de alimentos y su tamaño será de 9.65 cm X 11.01 cm (Fig. 70 izda.). Además, para que el fiducial pueda ser reconocido correctamente por el tabletop una vez esté creado el juguete, hay que rellenar el espacio entre el fiducial y los contornos con el mismo color que el borde del fiducial correspondiente (Fig. 70 dcha.) que es blanco en este caso (dependiendo del fiducial, habría que rellenarlo de negro). Para que el contorno sea visible tiene que tener un color significativamente diferente al del fondo de la tarjeta, por eso se ha hecho negro en este caso. El fondo de la tarjeta con la imagen puede ser de cualquier color.



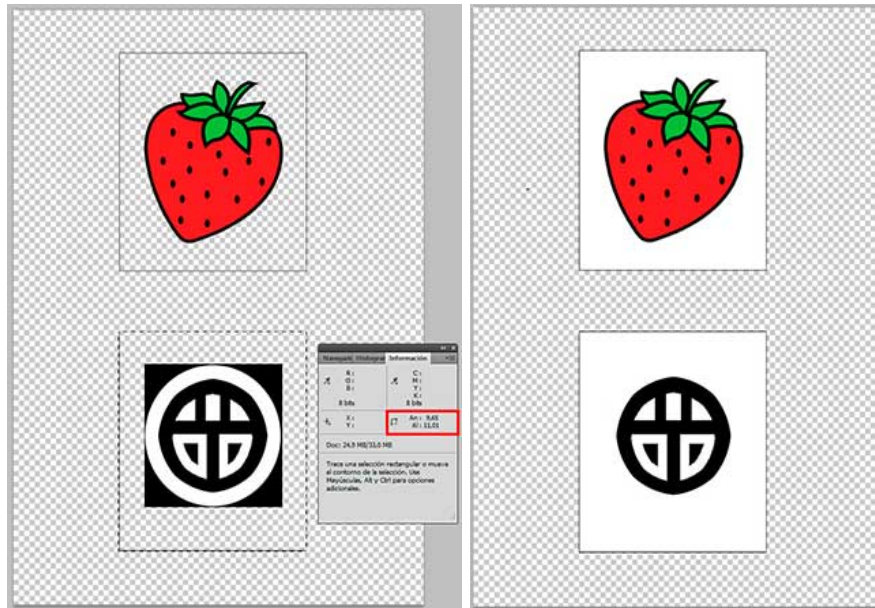


Figura 70: Tamaño de las tarjetas ya definido (izquierda) y contorno del fiducial rellenado (derecha).

Otra de las indicaciones que nos dio *tresEnCaja* fue que teníamos que dejar 1 cm de distancia entre el fondo y lo que se quería que fuera el juguete (definido por los contornos) y este centímetro tendría que ser visible respecto al fondo transparente y fácilmente diferenciable del contorno (Fig. 71). Este es un requerimiento necesario porque la máquina automática que utilizan en la empresa para cortar la madera no tiene precisión milimétrica, por lo que puede equivocarse en cortar los elementos respecto al archivo PSD en un margen de 1 cm aproximadamente.

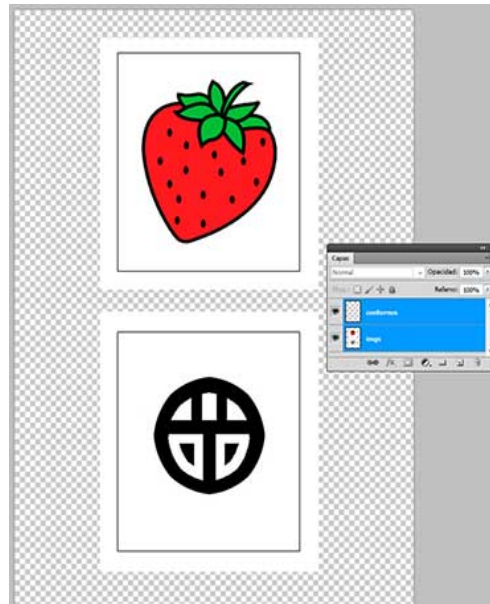


Figura 71: Archivo con los nuevos juguetes y el centímetro extra definido.

Por último, hay que asegurarse que las imágenes de los juguetes (incluyendo el centímetro extra) y los contornos están definidos en capas diferentes (Fig. 72), siendo éste otro requerimiento que nos dio *tresEnCaja* aunque no nos dijeron por qué organizar los archivos con esta estructura era importante.



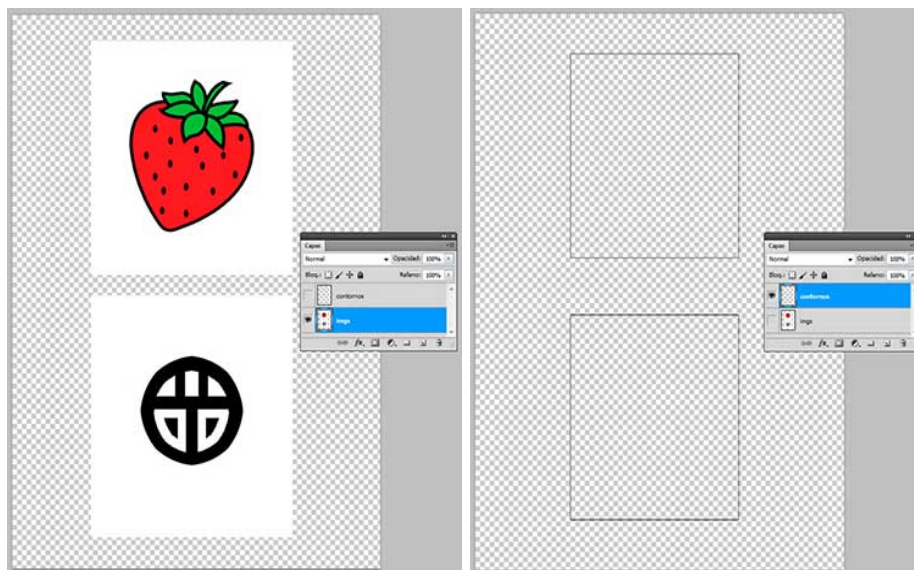


Figura 72: Imágenes (izquierda) y contornos (derecha) en capas diferentes.

Este proceso tiene que aplicarse para todos los juguetes nuevos encargados y fue un proceso realizado por la autora del mismo con la ayuda de uno de sus directores.

## E.2 Juguetes creados

En este apartado (de la Fig. 73 a la Fig. 76) se recogen las fotos de todos los juguetes nuevos creados ya colocados en la sala del tabletop del Centro Base I del IASS.



Figura 73: Mesa de la sala con el tabletop del Centro Base I del IASS donde están los juguetes (izquierda) y caja con el juguete nuevo del juego de las abejas y los tres selectores (el de menú, grabación y selección)(derecha).

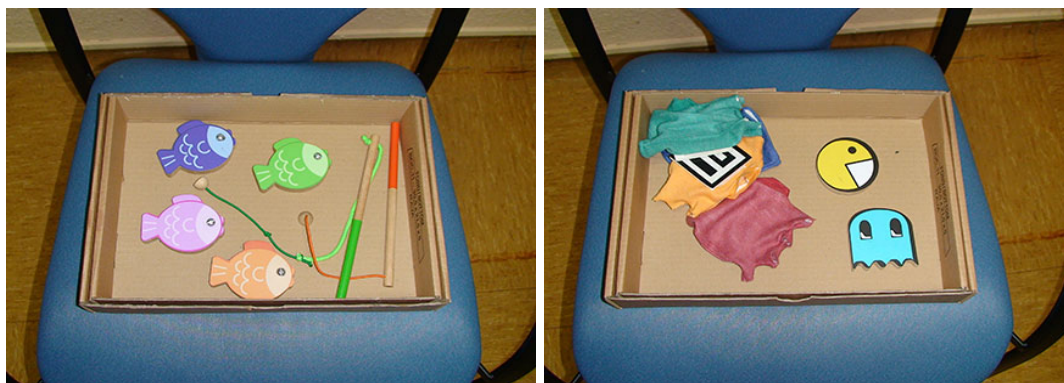


Figura 74: Caja con los juguetes nuevos del juego de pescar (izquierda) y caja con los juguetes nuevos del comecocos y los guantes del juego del fontanero (derecha).



Figura 75: Caja con los juguetes nuevos del juego de las siluetas (izquierda) y caja con los juguetes nuevos del juego del supermercado (derecha).

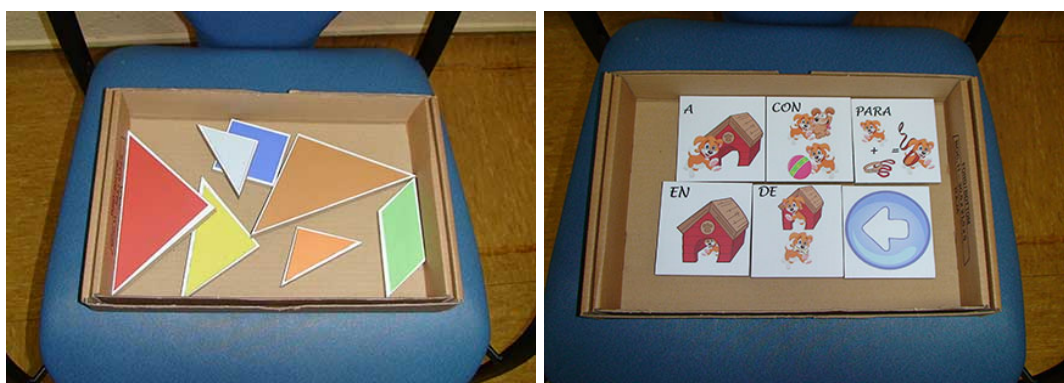


Figura 76: Caja con los juguetes nuevos del juego del tangram (izquierda) y caja con los juguetes nuevos del juego de storytelling (derecha).

## Anexo F. Desarrollo temporal

En este apartado se muestran las tareas realizadas a lo largo del desarrollo del proyecto en las figuras 77 y 78.

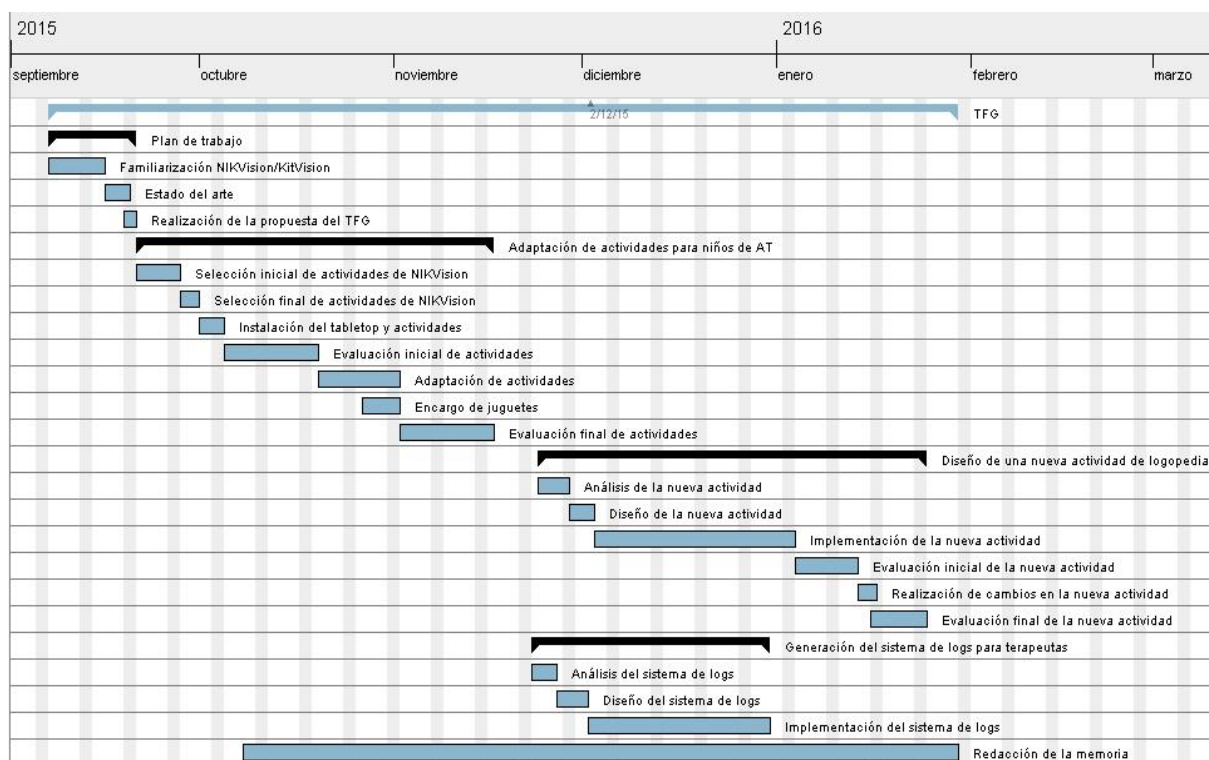


Figura 77: Diagrama de Gantt de este trabajo de fin de grado.

Gantt project			
Nombre		Fecha de inicio	Fecha de fin
☐	• TFG	7/09/15	29/01/16
☐	• Plan de trabajo	7/09/15	20/09/15
•	Familiarización NIKVision/KitVision	7/09/15	15/09/15
•	Estado del arte	16/09/15	19/09/15
•	Realización de la propuesta del TFG	19/09/15	20/09/15
☐	• Adaptación de actividades para niños de AT	21/09/15	16/11/15
•	Selección inicial de actividades de NIKVision	21/09/15	27/09/15
•	Selección final de actividades de NIKVision	28/09/15	30/09/15
•	Instalación del tabletop y actividades	1/10/15	4/10/15
•	Evaluación inicial de actividades	5/10/15	19/10/15
•	Adaptación de actividades	20/10/15	1/11/15
•	Encargo de juguetes	27/10/15	1/11/15
•	Evaluación final de actividades	2/11/15	16/11/15
☐	• Diseño de una nueva actividad de logopedia	24/11/15	24/01/16
•	Análisis de la nueva actividad	24/11/15	28/11/15
•	Diseño de la nueva actividad	29/11/15	2/12/15
•	Implementación de la nueva actividad	3/12/15	3/01/16
•	Evaluación inicial de la nueva actividad	4/01/16	13/01/16
•	Realización de cambios en la nueva actividad	14/01/16	16/01/16
•	Evaluación final de la nueva actividad	16/01/16	24/01/16
☐	• Generación del sistema de logs para terapeutas	23/11/15	30/12/15
•	Análisis del sistema de logs	23/11/15	26/11/15
•	Diseño del sistema de logs	27/11/15	1/12/15
•	Implementación del sistema de logs	2/12/15	30/12/15
•	Redacción de la memoria	8/10/15	29/01/16

Figura 78: Desglose de tareas de este trabajo de fin de grado.





## Bibliografía

- [ARASAAC16] ARASAAC: <http://arasaac.org/>
- [ASDC16] Al salir del cole: [http://www.alsalirdelcole.com/mas-de-50-aplicaciones-logopedia/#\\_](http://www.alsalirdelcole.com/mas-de-50-aplicaciones-logopedia/#_)
- [AT16] Atención Temprana para niños de 0 a 6 años: <http://www.bebesymas.com/desarrollo/atencion-temprana-para-ninos-de-0-a-6-anos>
- [ATD16] Atención temprana en problemas de desarrollo: <http://www.creix.com/tratamientos/atencion-temprana/>
- [Bla15] Olga Blasco Sanz. Trabajo de Fin de Grado de la Universidad de Zaragoza: Asistente gráfico para la creación de juegos tangibles para el tabletop NIKVision, 2015.
- [Bon14] Clara Bonillo Fernández. Proyecto de Fin de Carrera de la Universidad de Zaragoza: Desarrollo de una herramienta para el diseño y ejecución de actividades enfocadas a ancianos con el tabletop NIKVision, 2014
- [CBB15] E. Cerezo, S. Baldasarri and C. Bonillo. KitVision: a tool supporting the creation of cognitive activities for tangible tabletop devices. *Todavía en proceso de realización*.
- [CL16] Rare Book & Special Collections Reading Room - Children's Literature: <http://www.loc.gov/rr/rarebook/digitalcoll/digitalcoll-children.html>
- [CMB15] E. Cerezo, J. Marco, and S. Baldasarri. Hybrid Games: Designing Tangible Interfaces for Very Young Children and Children with Special Needs. In *Springer Science+Business Media Singapore - Gaming Media and Social Effects*, pp. 17-48, 15, 2015
- [CS16] Cristina Sylla: <http://mastersportal.academia.edu/CristinaSylla>
- [DCG15] I. Durango, A. Carrascosa, J. A. Gallud and V. M. R. Penichet Juegos Serios Tangibles con Objetos Reales como Herramienta de Apoyo para Trabajar con Niños que Requieren Necesidades Especiales. In *XVI Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador*, pp. 351-359, 15, 2015
- [DCU16] Diseño Centrado en el Usuario: [https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o\\_centrado\\_en\\_el\\_usuario](https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_centrado_en_el_usuario)
- [DSB15] J. Dantas, C. Sylla, P. Branco, V. Carvalho and E. Oliveira. t-stories: Improving and expanding t-words. In *ACE '15, November 16-19, Iskandar (Malaysia)*, pp.148-152, 15, 2015
- [EBM16] Lateralidad cruzada, dificultad para aprender: <http://www.enbuenasmanos.com/lateralidad-cruzada>
- [EDUI15] MIT Media Lab - Tangible Media Group: <http://tangible.media.mit.edu/>
- [GIG16] Giga Affective Lab: <http://giga.cps.unizar.es/affectivelab/>
- [Ham12] Foad Hamidi. Digital Tangible Games for Speech Intervention. In *Technical Report CSE-2012-02 (York University)*, 12, 2012
- [HHH06] C. Hummels, A. van der Helm, B. Hengeveld, R. Luxen, R. Voort, H. van Balkom, and J. de Moor. Explorascope: an interactive, adaptive educational toy to stimulate the language and communicative skills of multiple-handicapped children. In *ArtAbilitation 2006: Conference proceedings, ISBN: 87-7606-015-2*, pp.16-24, 06, 2006
- [HKM10] S. Hunter, J. Kalanithi, and D. Merrill. Make a Riddle and TeleStory: Designing Children's Applications for the Siftables Platform. In *Proc. IDC'10*, pp. 206-209, 10, 2010
- [HSJ09] M. S. Horn, E. T. Solovey, R. Jordan Crouser, and R. J.K. Jacob. Comparing the Use of Tangible and Graphical Programming Languages for Informal Science Education. In *Proceedings of CHI'09 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 975-984, 09, 2009

- [HVV08] B. Hengeveld, R. Voort, C. Hummels, J. de Moor, H. van Balkom, K. Overbeeke, and A. van der Helm. The Development of LinguaBytes: An Interactive Tangible Play and Learning System to Stimulate the Language Development of Toddlers with Multiple Disabilities. In *Advances in Human-Computer Interaction, Volume 2008, Article ID 381086*, 08, 2008
- [IASS16] Instituto Aragonés de Servicios Sociales: [http://iass.aragon.es/quienes\\_somos/iass\\_presentacion.htm](http://iass.aragon.es/quienes_somos/iass_presentacion.htm)
- [IDE15] Gabinete Psicopedagógico de Logopedia (RSL): [http://www.centro-ide.com/retraso\\_simple\\_lenguaje/retraso\\_simple\\_lenguaje\\_imprimir.asp](http://www.centro-ide.com/retraso_simple_lenguaje/retraso_simple_lenguaje_imprimir.asp)
- [IPO12] P. Latorre, S. Baldassarri and E. Cerezo. Análisis de Requisitos. In *Apuntes de la asignatura de Interacción Persona - Ordenador*, 12, 2012
- [IU97] H. Ishii, and B. Ullmer. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. In *Proceedings of the CHI'97 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 21-27, 97, 1997
- [KB07] M. Kaltenbrunner and R. Bencina. reactIVision: A computer-vision framework for table-based tangible interaction. In *Proceedings of TEI '07*, pp. 69-74, 07, 2007
- [Llo15] Javier Llorente Nasarre. Trabajo de Fin de Grado de la Universidad de Zaragoza: Diseño de actividades terapéuticas basadas en interacción tangible para niños con problemas en el desarrollo, 2015
- [MBC10] J. Marco, S. Baldassarri and E. Cerezo. Bridging the Gap between Children and Tabletop Designers. In *Proceedings of IDC'10 - The 9th International Conference on Interaction Design and Children*, pp. 98-107, 10, 2010
- [MBC13] J. Marco, S. Baldassarri and E. Cerezo. NIKVision: Developing a Tangible Application for and with Children. In *Journal of Universal Computer Science. Vol. 19, No. 15*, pp. 2266-2291, 13, 2013
- [MCB08] J. Marco, E. Cerezo, S. Baldassarri. NIKVision. Natural Interaction for Kids. IADIS Multiconference on Computer Science and Information Systems. In *Proceedings on Interfaces and Human Computer Interaction, ISBN: 978-972-8924-59-1*, pp. 254-257, 08, 2008
- [MF11] C. Müller-Tomfelde, and M. Fjeld. Introduction: A Short History of Tabletop Research, Technologies, and Product. In *Tabletops - Horizontal Interactive Displays, ISBN: 978-1-84996-112-7, Chapter 1*, 11, 2011
- [NIK16] NIKVision: [http://webdiis.unizar.es/~jmarco/?page\\_id=10&lang=es](http://webdiis.unizar.es/~jmarco/?page_id=10&lang=es)
- [NSN15] National Storytelling Network: <http://www.storynet.org/resources/whatisstorytelling.html>
- [Ort10] César Ortea Suárez. Trabajo de Fin de Máster de la Universidad de Zaragoza: Evaluación de diferentes paradigmas de interacción con niños de educación especial, 2010
- [OTRI16] OTRI - UZ: <http://otri.unizar.es/>
- [RE16] reEduca - Logopedia: <http://reeduca.com/logopedia-definiciong.aspx>
- [RPM16] Retardo psicomotor: <https://www.clinicadam.com/salud/5/003313.html>
- [SBC11] C. Sylla, P. Branco, C. Coutinho, E. Coquet and D. Skaroupka. TOK - A Tangible Interface for Storytelling. In *Proceedings of CHI'11, ACM Press*, pp. 1363-1368, 11, 2011
- [SBG12] C. Sylla, P. Brito, S. Gonçalves, P. Branco and C. Coutinho. t-books: Merging traditional storybooks with electronics. In *Proceedings of IDC'12*, pp. 323-326, 12, 2012
- [SGC12] C. Sylla, S. Gonçalves, P. Branco and C. Coutinho. t-words: Playing with Sounds and Creating Narratives. In *Proceedings of ACE'12*, pp. 565-568, 12, 2012

- [SGC13] C. Sylla, S. Gonçalves, P. Branco and C. Coutinho. Peter Piper Picked a Peck of Pickled Peppers -an Interface for Playful Language Exploration. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'13)*, pp. 3127-3130, 13, 2013
- [TDHA16] El trastorno por Deficit de Atención con Hiperactividad: <http://proferivasvielma.blogspot.com.es/2015/08/el-trastorno-por-deficit-de-atencion.html>
- [TEC16] tresEnCaja - Arquitectura comercial: <http://www.tresencaja.com/>
- [Val06] Amparo Valcarce. Una apuesta decidida por la atención temprana. In *Revista Minusval*, ISSN: 0210-0622, n<sup>o</sup> 159, pp. 19-20, 06, 2006
- [VBM09] R. Voort, H.van Balkom and J. de Moor. Tangibles for Toddlers Learning Language. In *Proceedings of TEI'09*, pp. 161-168, 09, 2009
- [VGB13] S. Vázquez, T. Gayán, S. Baldassarri, J. Marco, and E. Cerezo. Valoración del Tabletop NIKVision como una herramienta para trabajar con alumnos con necesidades educativas especiales. In *Vigo, B. y Soriano, J (coord) Educación Inclusiva y formación del profesorado, Zaragoza, ISBN: 978-84-695-7275-7*, pp. 603-613, 13, 2013
- [VJM12] L. Villafuerte, S. Jordá, and M. S. Markova. Acquisition of Social Abilities Through Musical Tangible User Interface: Children with Autism Spectrum Condition and the Reactable. In *CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 745-760, 12, 2012
- [WTUI16] Tangible user interface: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tangible\\_user\\_interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Tangible_user_interface)
- [ZCP04] Z. Zhou, A. D. Cheok, J. Pan and Y. Li. Magic Story Cube: an Interactive Tangible Interface for Storytelling. In *International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2004)*, poster N. 10 , 04, 2004





## Índice de figuras

1.	Mitsubishi DiamondTouch 2009 (izquierda) y Tabletop Microsoft Surface 2 desarrollado en el 2011 (derecha).	3
2.	Esquema del tabletop NIKVision (izquierda) y niños jugando al juego de la granja con el mismo (derecha).	4
3.	Fiduciales correspondientes a los objetos (izquierda) y su juguete correspondiente (derecha).	5
4.	Dispositivo E-scope completo (izquierda) y detalle del juguete de madera (derecha).	8
5.	E-scope con una de las fotos que llevan a una historia (izquierda) y niño jugando a esa historia (derecha).	8
6.	Imágenes del dispositivo KLEEd.	8
7.	Desarrollo de una de las subactividades de la primera actividad del dispositivo KLEEd.	9
8.	Desarrollo de la segunda actividad del dispositivo KLEEd.	9
9.	Siftables (izquierda) y los mismos Siftables conectados a una pantalla HD siendo usados durante una de las actividades (derecha).	10
10.	Ejemplo de siftables formando un acertijo en el juego <i>Make a Riddle</i> (izquierda) y frases creadas durante el mismo juego de izquierda a derecha: “house on mouse”, “mouse on house”, “ice on mice”, “mice on ice”, “king on ring”, “ring on king”, “box in fox” y “fox in box” (derecha).	10
11.	Ejemplo de participación en el juego <i>Telestory</i> .	11
12.	Aquitectura del sistema del Panel de Frutas Interactivo.	11
13.	Niño jugando con el PFI (izquierda) y feedback que se le da al niño cuando realiza bien la actividad (derecha).	12
14.	Tabletop tangible Reactable (izquierda) y su descripción técnica (derecha).	12
15.	Niño jugando con Reactable (izquierda) y <i>pucks</i> utilizados para manejarlo (derecha).	13
16.	Entrada del Centro Base I del IASS en Zaragoza (izquierda) y vista de la sala donde está instalado el tabletop NIKVision en el mencionado centro (derecha).	16
17.	Nueva iteración del juego de las abejas (izquierda) y nuevo juguete del tarro de miel (derecha).	19
18.	Modificación añadida al juego de pescar.	20
19.	Nuevo fondo del juego de pescar (izquierda) y nuevos juguetes (derecha).	20
20.	Nuevo fondo del juego del comecocos (izquierda) y nuevos juguetes (derecha).	20
21.	Nuevo escenario del juego de las siluetas (izquierda) y nuevos juguetes de animales (medio y derecha).	21
22.	Nuevos juguetes de los alimentos para el juego del supermercado.	21
23.	Nuevas figuras añadidas al juego del tangram: el barco (izquierda), el pato (medio) y la casa (derecha).	22
24.	Figura del gato como ejemplo del nivel medio añadido (izquierda) y nuevos juguetes (derecha).	22
25.	Vista final de la sala con el tabletop del Centro Base I del IASS (izquierda) y cartel diseñado para dicho centro (derecha).	24
26.	Dispositivo <i>TOK</i> (izquierda) y niños probando el juego (derecha).	25
27.	Dispositivo <i>t-book</i> (izquierda) y niños probando el juego (derecha).	25
28.	Dispositivo mejorado <i>t-book</i> (izquierda) e imágenes de una de las historias desarrolladas con el mismo (derecha).	26
29.	Dispositivo <i>t-words</i> (izquierda) y niños probando el juego (derecha).	26
30.	Dispositivo <i>t-stories</i> (izquierda) y niños jugando con dicho dispositivo (derecha).	26
31.	Composición de <i>Magic Story Cube</i> (izquierda) y ejemplo real del dispositivo (derecha).	27
32.	Portada (izquierda) y página inicial (derecha) de “The Wonderful Wizard of Oz” escrito por L. Frank Baum e ilustrado por W. W. Denslow en el año 1900.	28
33.	Juguetes de las preposiciones “a”, “de” y “con” con los pictogramas de ARASAAC.	29
34.	Juguetes de las preposiciones “para” y “en” con los pictogramas de ARASAAC.	29
35.	Juguetes de las preposiciones “a”, “de” y “con” con los pictogramas nuevos.	30
36.	Juguetes de las preposiciones “para” y “en” con los pictogramas nuevos.	30
37.	Diagrama de clases del Player de KitVision.	31
38.	Sintaxis ampliada de los XMLs de las actividades.	32
39.	Esquema del funcionamiento inicial de la actividad de storytelling.	34

40.	Esquema del funcionamiento actual de la actividad de storytelling. . . . .	35
41.	Juguetes finales de la actividad de storytelling (izquierda) y fiduciales de dichos juguetes (derecha). . . . .	35
42.	Nuevo selector para grabar audio en el tabletop NIKVision. . . . .	40
43.	Aspecto final del menú de actividades instaladas en el Centro Base I del IASS. . .	41
44.	Estructura de un juego de KitVision. . . . .	47
45.	Sintaxis del lenguaje de marcado de KitVision. . . . .	48
46.	Arquitectura del toolkit KitVision. . . . .	48
47.	NIKVision (izquierda) y juguete con su fiducial (derecha). . . . .	49
48.	Visión del menú del editor KitVision (izquierda) y del diseño de un juego utilizándolo (derecha). . . . .	49
49.	Menú de actividades mostrado por el Player (izquierda) y niño jugando en el tabletop (derecha). . . . .	50
50.	Capturas de los minijuegos “Hacer un pastel” (izquierda), “Pilla-pilla” (medio) y “Los bebés van a dormir” (derecha). . . . .	51
51.	Fondo del juego de “Viajes” (izquierda) y sus objetos tangibles (medios de transporte) asociados (derecha). . . . .	52
52.	Tablero del twister (izquierda) y sus objetos tangibles (guantes) asociados (derecha). .	52
53.	Escenario virtual del juego de las abejas (izquierda) y tarro de miel tangible (derecha). .	53
54.	Escenario virtual del juego de pescar (izquierda) y peces tangibles (derecha). . . .	54
55.	Cañas de pescar de diferentes longitudes. . . . .	54
56.	Escenario virtual del comecocos (izquierda) y personajes tangibles (derecha). . . .	55
57.	Versión de un jugador del juego del fontanero (izquierda) y su versión multijugador (derecha). . . . .	56
58.	Los dos primeros guantes se utilizan durante la versión de un jugador y todos ellos se utilizan para la versión multijugador. . . . .	56
59.	Escenario de la granja (izquierda) y juguetes de animales asociados (derecha). . . .	57
60.	Primera iteración (izquierda) y juguetes de los alimentos (guisantes, tomate, pimienta, zanahoria, cebolla y naranja) (izquierda) del juego del supermercado. . . . .	58
61.	Versión fácil del tangram (izquierda) y su versión difícil (derecha). . . . .	58
62.	Piezas tangibles utilizadas durante el tangram. . . . .	59
63.	Situación de los ventiladores en el tabletop. . . . .	61
64.	Montaje de las paredes del tabletop (izquierda) y resultado final (derecha). . . . .	61
65.	Proyector con su pieza 3D situado ya en la mesa (izquierda) y luces infrarrojas (derecha). . . . .	62
66.	Proyector y luces conectados (izquierda) y torre de ordenador añadida (derecha). .	62
67.	Espejo y altavoces añadidos (izquierda) y detalle del conjunto de conexiones (derecha). .	63
68.	Calibración de la mesa (izquierda) y detalle del interruptor añadido (derecha). . .	63
69.	Base de los documentos para los nuevos juguetes (izquierda) e imágenes principales que conformarán un juguete para NIKVision (derecha). . . . .	65
70.	Tamaño de las tarjetas ya definido (izquierda) y contorno del fiducial rellenado (derecha). . . . .	66
71.	Archivo con los nuevos juguetes y el centímetro extra definido. . . . .	66
72.	Imágenes (izquierda) y contornos (derecha) en capas diferentes. . . . .	67
73.	Mesa de la sala con el tabletop del Centro Base I del IASS donde están los juguetes (izquierda) y caja con el juguete nuevo del juego de las abejas y los tres selectores (el de menú, grabación y selección)(derecha). . . . .	67
74.	Caja con los juguetes nuevos del juego de pescar (izquierda) y caja con los juguetes nuevos del comecocos y los guantes del juego del fontanero (derecha). . . . .	68
75.	Caja con los juguetes nuevos del juego de las siluetas (izquierda) y caja con los juguetes nuevos del juego del supermercado (derecha). . . . .	68
76.	Caja con los juguetes nuevos del juego del tangram (izquierda) y caja con los juguetes nuevos del juego de storytelling (derecha). . . . .	68
77.	Diagrama de Gantt de este trabajo de fin de grado. . . . .	69
78.	Desglose de tareas de este trabajo de fin de grado. . . . .	69

## Índice de tablas

1.	Tabla con las características principales de los dispositivos estudiados durante el estado del arte. . . . .	13
2.	Tabla con los datos de los pacientes que participaron en la primera tanda de sesiones de evaluación. . . . .	16
3.	Tabla con la relación entre los pacientes que participaron y las actividades que se evaluaron en la primera tanda de sesiones de evaluación. . . . .	17
4.	Tabla con los datos de los pacientes que participaron en la segunda tanda de sesiones de evaluación. . . . .	22
5.	Tabla con la relación entre los pacientes que participaron y las actividades que se evaluaron en la segunda tanda de sesiones de evaluación. . . . .	23
6.	Tabla con los datos de los pacientes que participaron en la evaluación inicial de la nueva actividad. . . . .	34
7.	Tabla con los datos de los pacientes que participaron en las sesiones finales de evaluación de la nueva actividad. . . . .	36
8.	Tabla con los requisitos funcionales del sistema de logs para los terapeutas. . . . .	37
9.	Tabla con el resumen de los métodos de evaluación con niños y sus características. . . . .	45

